ZNAK

MIESIĘCZNIK

REFLEKSJE O WIEDZY WSPÓŁCZESNEJ

KRAKÓW

Rok XXI LISTOPAD (11) 1969

185

ZESPÓŁ

Hanna Malewska, Maria Morstin-Górska, Stefan Swieżawski, Stanisław Stomma, Jerzy Turowicz, Stefan Wilkanowicz, Jacek Woźniakowski, Halina Bortnowska, Stanisław Grygiel, Marek Skwarnicki, Bohdan Cywiński

REDAKCJA

Hanna Malewska (redaktor naczelny), **Halina Bortnowska** (sekretarz redakcji), **Stanisław Grygiel, Franciszek Blajda, Bohdan Cywiński**

Adres redakcji: Kraków, Sienna 5, I p., tel. 271-84
Redakcja przyjmuje w godz. 13—15

Adres administracji: Kraków, Wiślna 12, I p., tel. 501-62
Administracja przyjmuje w godz. 9—13

Prenumerata krajowa: kwartalnie zł 45.—; półrocznie zł 90.—; rocznie zł 180.—

Wpłaty na konto administracji, Kraków, Wiślna 12, PKO nr 4-14-831
Prenumerata przez wpłaty na konto „Ruchu", Kraków, Al. Pokoju 5 PKO nr 4-6-777 albo przez urzędy pocztowe i listonoszy

Prenumerata zagraniczna: kwartalnie zł 63.—; półrocznie zł 126.—; rocznie zł 252.—

Prenumerata przez wpłaty na konto BKWZ „Ruch" Warszawa, ul. Wronia 23, PKO nr 1-6-100024

Zamówienia i przedpłaty przyjmowane są w terminie do dnia 15-go miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty

---

Cena zeszytu zł 15.—

Egzemplarze archiwalne „Znaku" nabywać można w **Administracji miesięcznika „Znak", Kraków, ul. Wiślna 12** oraz w następujących księgarniach:

Katowice: Księgarnia św. Jacka, ul. 3 Maja 18; **Kraków:** Księgarnia Krakowska, ul. św. Krzyża 13; **Łódź:** Księgarnia „Czytaj", ul. Narutowicza 2; **Poznań:** Księgarnia św. Wojciecha, Pl. Wolności 1; **Warszawa:** Księgarnia św. Wojciecha, ul. Freta 48; **Wrocław:** Księgarnia Archidiecezjalna, ul. Katedralna 6.

Nakład 7000 + 350 + 100. Arkuszy druk. 9. Papier druk. sat. kl. V 61 × 68 70 g.
Maszynopis otrzymano 20 października 1969 r. Druk ukończono w grudniu 1969 r.
Zam. nr 436. 20. X. 1969 r. A-60

INDEKS 38420

Krakowskie Zakłady Graficzne, Zakład nr 1, Kraków, Kazimierza W. 95

ZNAK
MIESIĘCZNIK

Rok XXI Nr 185 (11)
Listopad 1969
Kraków

Kultura naszych czasów coraz bardziej wiąże się z duchem i osiągnięciami nauk przyrodniczych. Jeszcze kilkanaście lat temu „człowiek obyty" mógł nie wiedzieć, co głoszą prawa Newtona czy zasady termodynamiki, byle potrafił wyliczyć główne dzieła Flauberta i powiedzieć kilka zgrabnych zdań na temat stylu Rembrandta. Dziś już nie wypada przyznawać się do nieznajomości elementarnej wiedzy przyrodniczej (przynajmniej w wydaniu popularnym). Za kilka dziesiątków lat proces „unaukowiania" naszej kultury z całą pewnością postąpi jeszcze dalej.

Nauka ingeruje w ludzką kulturę nie tylko poprzez swoje zastosowania i technologiczne konsekwencje. Na pewno można mówić o „naukowej wizji świata", która w jakimś sensie obowiązuje każdego wykształconego człowieka XX wieku. Na fundamencie współczesnego przyrodoznawstwa powstaje tzw. filozofia nauk (philosophy of science). Nauki przyrodnicze starają się poznać materialną rzeczywistość a filozofia nauk bada rzeczywistość, jaką stanowią same nauki. Filozoficzna refleksja nad metodami zdobywania naukotwórczej wiedzy jest charakterystycznym zjawiskiem dla niemal wszystkich prądów myślowych naszych czasów.

Numery specjalne poświęcone poszczególnym gałęziom współczesnej wiedzy (kosmologii — nr 92-93, biologii — nr 115, cybernetyce — nr 112) należą już do tradycji naszego pisma. Tym razem oddajemy do rąk Czytelnika numer zawierający artykuły z różnych „najbardziej współczesnych" specjalności. Nie ma on charakteru systematycznego przeglądu, został zredagowany na zasadzie „za-

gadnień wybranych". Wybór zagadnień dotyczy bardzo różnych problemów; łączy je jedno — są to problemy jakoś f i l o z o f i c z n i e ciekawe. Jedynie dwa pierwsze opracowania mają za zadanie bardziej „całościowo" poinformować Czytelnika o profilu zainteresowań filozofii nauk (fizykalnych i biologicznych).

Artykułów znajdujących się w niniejszym numerze nie pisali popularyzatorzy wiedzy, lecz ludzie czynnie pracujący nad omawianymi przez siebie zagadnieniami. Dlatego też stopień trudności poszczególnych prac jest bardzo różny. Redakcja nie chciała pod tym względem ograniczać swobody Autorów. Sądzimy jednak, iż nawet mniej przygotowany Czytelnik — przy odrobinie wytrwałości ze swej strony — będzie mógł uchwycić przynajmniej zasadnicze idee każdego z artykułów. Ufamy również, że dla Czytelnika-specjalisty w dziedzinie którejś spośród omawianych dyscyplin, lektura odnośnego artykułu — głównie ze względu na jej filozoficzne aspekty — powinna być czymś więcej niż tylko przypomnieniem dobrze znanej problematyki.

ZYGMUNT HAJDUK

PROBLEMATYKA ORAZ KIERUNKI WSPÓŁCZESNEJ FILOZOFII NAUKI

W dziejach filozofii są okresy, w których dominują śmiałe syntezy, oraz okresy, w których przeważa refleksja krytyczna i badanie podstaw wiedzy ludzkiej. Można powiedzieć, że w filozofii występują dwa przeciwstawne nurty: maksymalistyczny i minimalistyczny. Pierwszy dąży do wykrycia pozazjawiskowej istoty rzeczy, drugi, zrzekając się prób definitywnego rozwiązywania tradycyjnych zagadnień filozoficznych, ogranicza zakres poznania filozoficznego do zagadnień o charakterze metanaukowym. W tym drugim nurcie mieści się bogata problematyka filozofii nauki.

Interesująca nas dyscyplina filozoficzna jest różnorako nazywana w obszernej literaturze przedmiotu. Najczęściej spotykamy następujące nazwy: logika nauki (R. Carnap, W. Leinfellner), metodologia (filozofia przyrodoznawstwa — I. Dąmbska), nauka o nauce względnie metanauka w znaczeniu szerszym (K. Ajdukiewicz, I. Scheffler), teoria nauki (B. Gawecki). Powyższe, przykładowo wymienione, determinacje językowe są nazwami nie tyle synonimicznymi ile bliskoznacznymi. Jednocześnie pozwalają zorientować się, że pole problematyki wyznaczone tytułem jest zbyt obszerne, by można było ją przedstawić wyczerpująco w ramach jednego artykułu, gdyby nawet miał to być szkic jedynie informacyjny. Wydaje się jednak, że rozważania selektywne i zarazem uproszczone, a tym samym w pewnym stopniu niejako zniekształcone, okażą się pomocne w zdobyciu bardzo ogólnej orientacji metodologicznej odnośnie reprezentatywnej problematyki uprawianej w obrębie określonych kierunków filozofii nauki.

Omówienie zadanego tematu poprzedzimy zarysem ewolucji poglądów na interesującą nas dyscyplinę filozoficzną.

A. HISTORYCZNY ZARYS FILOZOFII NAUKI

Filozofia nauki jako odrębny dział filozofii jest nauką stosunkowo młodą. Przed w. XIX desygnowane tą nazwą badania prowadzono — z pewnymi wyjątkami (np. Fr. Bacon) — w ramach

tradycyjnych działów filozofii, jak logika, teoria poznania, czy nawet metafizyka oraz filozofia społeczeństwa i moralności. Za typową dla filozofii nauki kontrowersję uważa się dyskusję między Whewellem i Millem, której reperkusje są aktualne do chwili obecnej.

O ile J. St. Mill (1806—1873) eksponował jako centralne zagadnienie filozofii nauki problem funkcji, jakie pełnią fakty zdobywane na drodze obserwacji oraz eksperymentu, o tyle W. Whewell (1794—1866) podkreślał funkcje teorii (przyrodniczych). Dla Milla, jako myślowego spadkobiercy Hume'a, cała wiedza pochodziła — genetycznie rzecz biorąc — z poznania zmysłowego. Whewell jak i J. F. Herschel (1792—1871), zgodnie z kantowską teorią poznania uważali twierdzenia naukowe za wynik obserwacji faktów i wymyślonych idei, działalności zmysłów i umysłu, pierwiastka empirycznego i apriorycznego. Element konstruktywny, koordynujący układy danych doświadczenia, posiada charakter subiektywny, pochodzi od podmiotu poznającego. Zdaniem Milla element ten jest dostrzegany w danych doświadczenia.

Indukcjonistyczne i antyteoretyczne stanowisko Milla było kontynuowane w formie redukcjonizmu Macha, Pearsona i Duhema.

Według E. Macha (1838—1916) nauka jest uogólnieniem doświadczenia. Prawomocnym jest jedynie „doświadczenie czyste" czyli pozbawione wszelkich infiltracji umysłowych. Zadaniem nauki może być tylko skondensowany opis. Ma on być ekonomiczny, tzn. w najprostszej formule ujmować możliwie najwięcej faktów, które przyswajamy przy najmniejszym możliwie wysiłku umysłowym. Prawa opisują skrótowo zjawiska, ściślej zaś zespoły wrażeń danych w doświadczeniu, poprzez które jednak nie docieramy poznawczo do przyrody.

Podobne stanowisko spotykamy u K. Pearsona (1857—1936), najbardziej reprezentatywnego przedstawiciela scjentyzmu.

W opozycji znalazły się poglądy L. Boltzmanna (1844—1906), utrzymującego, że badania naukowe usprawiedliwiają nie tylko pojęcia, stanowiące językowe odpowiedniki rzeczy, ale i same przedmioty, jakie są przyjmowane dla wytłumaczenia zjawisk fizykalnych (kinetyczno-molekularna teoria materii). Zdaniem Macha i P. Duhema (1861—1916) tego rodzaju przedmioty są wprawdzie psychologicznie pomocne, jednak nie są konieczne przy wyprowadzaniu wniosków z teorii. Zasadniczym elementem nauki jest system, wyrażający formalne związki pomiędzy opisującymi zjawiska zdaniami.

Filozofia nauki pierwszego trzydziestolecia XX w. była pod wyraźnym wpływem Macha, Pearsona i Duhema. Początkowe stadia empiryzmu logikalnego Koła Wiedeńskiego były inspirowane filo-

zofią Macha, którego sensualizm odegrał decydującą rolę przy sformułowaniu maksymy, według której znaczenie zdania jest wyznaczone metodą jego weryfikacji. Logikalny pozytywizm był również spokrewniony z metafizyką fenomenalizmu. W ramach metodologicznej jego odmiany utrzymuje się, że w słowniku języka fenomenalistycznego występują prócz terminów logicznych wyłącznie terminy obserwacyjne, lub takie, które przy ich pomocy można zdefiniować. W takim języku nie dadzą się więc sformułować zdania o terminach teoretycznych, odnoszących się do przedmiotów i własności nieobserwowalnych. Poglądy Macha na naukę łącznie z osiągnięciami ówczesnej logiki formalnej (*Principia Mathematica* B. Russella i A. N. Whiteheada) zainicjowały na terenie filozofii nauki epokę dedukcjonizmu. Teorie (przyrodnicze) pojmowano na wzór systemów formalnych a zagadnienie formalizacji takich teorii stanęło w centrum uwagi teoretyków przyrodoznawstwa.

Stanowisko redukcjonizmu zwłaszcza odnośnie zagadnienia teorii konstruowanej metodą hipotetyczno-dedukcyjną zakwestionował N. Campbell (1880—1949). W teorii dadzą się wyróżnić — jego zdaniem — cztery odrębne elementy: 1° uogólnienia empiryczne, wyrażające w odpowiedniej formule wyniki danych doświadczenia; 2° „hipoteza", stanowiąca układ zdań, w których występują terminy teoretyczne. Nie są one wyprowadzone na drodze abstrakcji czy schematyzacji z danych, do których odnosi się teoria; 3° funkcję przyporządkowywania terminów teoretycznych terminom empirycznym pełni tzw. słownik; 4° teoria winna nadto stanowić pewną analogię, tzn. zdania hipotezy muszą być odpowiednio podobne do znanych już praw. Dzięki określonym relacjom, jakie zachodzą między analogią, hipotezą i słownikiem Campbell mógł wytłumaczyć moc teorii w odniesieniu do akceptacji nowych danych, następnie formułowanie prognoz nieznanych dotąd zjawisk, jak również otrzymywanie coraz ogólniejszych syntez teoretycznych.

Jako ilustrację powyższych stwierdzeń podaje Campbell kinetyczno-molekularną teorię gazów. Paradygmatowi teorii przyrodniczej, skonstruowanej przez Campbella, daje się również przyporządkować teorię Darwina. I tak empiryczne uogólnienia zdają sprawę z geologicznego i geograficznego rozmieszczenia świata roślinnego i zwierzęcego. Funkcję hipotezy pełni tutaj idea doboru naturalnego. Przy pomocy słownika wprowadzamy do hipotezy doboru naturalnego odpowiednie dane empiryczne. Analogia natomiast zachodzi między naturalnym a sztucznym doborem, znanym z praktyki hodowlanej.

Przedyskutowany aspekt stanowiska Campbella jest związany

z konwencjonalizmem, reprezentowanym przez H. Poincaré'go (1854—1912). Zgodnie z tym poglądem teorie naukowe są w zasadzie konwencjami terminologicznymi, nie zawierają więc treści empirycznej. To ujęcie zostało rozszerzone na wszystkie prawa naukowe przez E. Le Roy (1870—1954). Prawa te zawierają obok obiektywnych, pewne czynniki umowne. Tak ma się rzecz i z faktami naukowymi. Ustalane są bowiem wedle jakiejś teorii obserwacji i mierzenia oraz ujmuje się je w aspekcie zdeterminowanym przez określoną aparaturę pojęciową (K. Ajdukiewicz). Przy wyborze praw i teorii kierujemy się nie tyle wynikami obserwacji i eksperymentu, co kryteriami wygody, elegancji, prostoty.

Dyskusja, jaka wywiązała się wokół konwencjonalizmu (H. Dingler, A. Eddington z jednej strony i M. Planck, M. Schlick, K. R. Popper, H. Reichenbach z drugiej) wskazała na konieczność ekspozycji czynnika konwencjonalnego na wszystkich poziomach naukowego badania, mianowicie na poziomie faktów, praw, teorii oraz metanaukowych rekonstrukcji.

Zaznaczono już, że Mill reprezentował w dziedzinie metodologii nauk przyrodniczych kierunek tradycyjny, nawiązujący do stanowiska Fr. Bacona. Za naczelne zadanie filozofii nauki uchodziło wykrycie różnych sposobów stopniowego „oddalania się" od danych spostrzeżeniowych w kierunku powszechnych praw przyrody. Nader trafną krytykę takiej koncepcji postępowania indukcyjnego przeprowadził W. S. Jevons (1835—1882). Nie sposób zaprzeczyć, iż pojął on właściwie rolę hipotezy i eksperymentu w badaniu naukowym. Zwrócił on uwagę na to, że wnioskowanie indukcyjne, w przeciwieństwie do dedukcyjnego, nie jest przechodzeniem od racji do następstwa logicznego, lecz przeciwnie, stanowi poszukiwanie racji dla następstw, stwierdzonych na podstawie doświadczenia. W tym znaczeniu indukcja jest odwróceniem (inwersją) dedukcji. Uogólnienie jako wynik indukcji niezupełnej stanowi jedynie hipotezę, z której wyprowadzamy potwierdzalne konsekwencje. Hipotezę taką doświadczenie może albo obalić albo uprawdopodobnić. Ujemny wynik sprawdzania zmusza do odrzucenia badanej hipotezy. Powtarzające się wyniki dodatnie utwierdzają nas w przekonaniu, że dana hipoteza jest trafna; jednak nigdy nie dają one zupełnej pewności przy jej akceptacji.

Wywody Jevonsa nie tyle są oparte na pomysłach teoretycznych, ile na wzorach rzeczywistych badań przeprowadzanych przez Galileusza, Newtona, Huygensa, Faradaya i innych twórców nauki. Odkrycia przez nich dokonane nie były wynikiem stosowania sformułowanych później przez Milla kanonów podobieństwa i różnicy, lecz wynikiem planowanego eksperymentowania, kierowanego twórczą intuicją.

Po linii badań postępowania indukcyjnego, zainicjowanych przez Jevonsa, idą w w. XX prace takich teoretyków prawdopodobieństwa jak J. M. Keynes, R. von Mises, H. Reichenbach, R. Carnap. Osiągnięcia na polu logiki formalnej z końca XIX i początku XX w. wpłynęły nie tylko na rozwój teorii prawdopodobieństwa, ale wysunęły postulat skonstruowania „doskonałego" języka nauki. Mimo zastrzeżeń Campbella co do ścisłej formalizacji teorii przyrodniczych, rachunki logikalne znalazły uznanie u zwolenników neopozytywistycznej teorii nauki, niewątpliwie najbardziej znamiennej dla pierwszej połowy XX w. Zasadnicze tezy pozytywizmu logikalnego dadzą się streścić następująco: 1° jedyne źródło rzetelnej wiedzy o świecie i jej sprawdzian stanowi doświadczenie; 2° jej przedmiotem są tylko fakty, nie zaś istoty rzeczy lub obiekty transcendentne; stąd niemożliwa jest metafizyka, a filozofia ma się ograniczyć do logicznej analizy języka naukowego; 3° najdoskonalsza aparatura pojęciowa to język fizyki lub język do niego sprowadzalny; stąd nauki formalne pełnią pomocniczą rolę przy budowaniu systemu wiedzy. Zasadnicze problemy w neopozytywistycznej teorii nauki to zagadnienie znaczenia wyrażeń dopuszczalnych w nauce i problem weryfikacji zdań naukowych. W kwestiach tych poglądy ulegały modyfikacjom. M. Schlick (1882—1936) jest założycielem grupy (Wiener Kreis), która tworzyła pierwszą fazę neopozytywizmu. Najbardziej reprezentatywnym i wpływowym myślicielem był R. Carnap. Neopozytywiści pozostawali również w przyjaznych stosunkach z polskimi logikami a szczególnie z J. Łukasiewiczem, A. Tarskim i K. Ajdukiewiczem.

Zwróćmy baczniejszą uwagę na niektóre, bardziej reprezentatywne zagadnienia neopozytywizmu.

W klasycznym rachunku zdań daje się określić wartość logiczną zdań złożonych na podstawie odpowiednich wartości logicznych zdań składowych. Ten fakt nasunął myśl, że istnieją zdania atomowe, którym odpowiadałyby fakty atomowe. Sensualizm Macha sugerował, że takimi faktami byłyby jednostkowe wrażenia poszczególnych podmiotów poznania. Nauka miałaby odkrywać prawidłowości, zachodzące pomiędzy takimi wrażeniami. Prawidłowości opisuje się w języku jasnym i niewieloznacznym. Otrzymany w wyniku układ zdań portretuje rzeczywistość tym lepiej, im prostsze są jego elementy składowe. Stanowisko takie stoi w wyraźnej kolizji z ideami Whewella, Campbella i Poincaré'go. W początkowej fazie neopozytywizmu za jedyną funkcję nauki uchodziło transferowanie faktów w dziedzinę języka, przy pomocy którego konstruujemy mapę świata. Jedynym kryterium, pozwalającym wyelimi-

nować z nauki wszelki nonsens była zasada demarkacji, odgraniczająca zdania empiryczne od metafizycznych. Według tej zasady empiryczna sensowność zdania jest wyznaczona metodą jego weryfikacji. Taka postać zasady demarkacji została zakwestionowana przez Poppera. Trudno bowiem okazać prawdziwość zdania ogólnego, weryfikując poszczególne jego przypadki. Kryterium potencjalnej falsyfikowalności zdań empirycznych jest popperowską wersją zasady demarkacji. W konsekwencji zarzucono też sensualizm. Jego miejsce zajmuje fizykalizm. Zgodnie z jego pierwotną wersją każde pojęcie języka nauki daje się zdefiniować w terminach elementarnych, a każde zdanie takiego języka jest przekładalne na zdanie o własnościach obserwowalnych. Powstaje tutaj problem czy do języka fizykalistycznego daje się sprowadzić język takich dyscyplin naukowych jak język biologii, psychologii, czy socjologii.

Związek teorii fizykalnej z danymi obserwacji, a więc problem fizykalizmu przejawia się również w inny sposób. Niemożliwość jednoznacznego prognozowania na terenie mikrofizyki jest zdaniem niektórych (A. S. Eddington, J. H. Jeans) przejawem indeterminizmu przyrody. Ma to świadczyć również o tym, że nie da się przyporządkować całokształtowi nauki jednego modelu względnie obrazu świata.

Mimo swego niezaprzeczalnego waloru unifikacyjnego w stosunku do znanych praw, teoria nie wydaje się być dokładnym odwzorowaniem badanej rzeczywistości. W rzeczy samej teorię dałoby się pojąć jako pewnego rodzaju pomost, pozwalający na podstawie jednych zdarzeń wnosić z określonym stopniem prawdopodobieństwa o zdarzeniach innych. Doprowadziło to do podjęcia tezy, głoszącej, iż wyjaśnianie i przewidywanie, jako funkcje teorii, są pod względem swej logicznej struktury identyczne. Współcześni przedstawiciele tego stanowiska (C. G. Hempel, P. Oppenheim) utrzymują, iż przy tłumaczeniu danego faktu odwołujemy się do uprzednich w stosunku do wyjaśnianego faktu antecedensów oraz do odpowiednich praw. Na podstawie wymienionego układu zdań wyjaśniających daje się fakt wyjaśniany przewidzieć. Teoria byłaby wtedy systemem zdań ogólnych, który jest zbudowany w ten sposób, że na drodze wnioskowania dedukcyjnego otrzymuje się z aksjomatów hipotezy (uogólnienia) niższych rzędów (R. B. Braithwaite). Empiryczna sensowność teorii jest zagwarantowana jej bazą faktów obserwowalnych.

Podobną koncepcję teorii poddał krytyce Campbell już w r. 1920. Jedna ze współczesnych szkół filozofii nauki (reprezentowana głównie przez M. Hesse i R. Harré), przyjmując jako punkt wyjścia

krytykę idei Hempla, zainicjowaną przez M. Scrivena i N. R. Hansona, dostrzega w zmodyfikowanej idei analogii Campbella źródło sensowności oraz ewolucji teorii.

Podano wyżej niektóre, bardziej reprezentatywne linie rozwoju filozofii nauki. Można się było zorientować w bogactwie różnorodnych opinii, przejawiających jednak charakterystyczną jednolitość pod względem traktowania fizyki. Jej centralne miejsce w systemie nauk jest uwarunkowane bądź treścią i sposobem stosowanych w niej argumentacji, bądź wysokim zaawansowaniem metodologicznym teorii fizykalnych, bądź też przekonaniem, że filozofia nauki jest przede wszystkim filozofią szeroko pojętej fizyki. Ogólne zasady filozofii nauki stosują się jednak nie tylko do nauk fizykalnych, ale również do biologii, psychologii, nauk społecznych itp. W tych ostatnich styl rozumowania nie jest do tego stopnia zmatematyzowany, co w naukach fizykalnych. Utrzymuje się nawet, że badanie rzeczywistości w ramach fizyki pomija jej istotne cechy. Reakcja przeciw zmatematyzowanemu rozumowaniu stosowanemu w fizyce idzie bądź w kierunku antynaukowego i mało płodnego idealizmu, bądź w kierunku upatrującym w biologii paradygmat nauki w ogóle. Próbuje się tutaj dokonać rekonstrukcji pojęć fizyki w kategoriach charakterystycznych dla biologii, czy też psychologii.

W obrazie świata fizyki traktowano rzeczy jako wzajemnie oddzielone, o własnościach w zasadzie niezależnych od cech innych rzeczy. Zgodnie z mechaniką newtonowską, jako dominującą teorią fizyki klasycznej, ruch danego układu zmienia się w zależności od działającej nań siły. Utrzymuje się, że tego rodzaju obraz świata sugeruje nie tyle przyroda, co fizyka. Fizjologia i anatomia, jako działy biologii, uczą, iż żaden organ nie może być rozpatrywany w izolacji, ale w odniesieniu do organizmu, którego jest elementem integralnym. Pojęcie relacji, względnie korelacji jest również eksponowane przez ekologię na przykładzie stosunków, jakie zachodzą między środowiskiem a określonymi populacjami. Cechy tak środowiska jak i jednostek danej populacji są modelowane tymi relacjami. Witalistyczna filozofia H. Bergsona (1859—1941) odwołuje się do biologicznego pojęcia organizmu jako modelu całej przyrody. Przy tłumaczeniu stajemy w zasadzie przed pytaniem, postulującym uwzględnienie stanu całego wszechświata (który nie jest elektromechanicznym mechanizmem), łącznie z jego historią; nie można również zapomnieć o funkcji poszczególnych jednostek w tym układzie. Byty, nie wyłączając ludzi, nie są izolowanymi elementami, lecz integralnymi częściami quasi-organicznej całości. Jej rozwój nie jest mechaniczny, lecz samorzutny, twórczy, co jest

widoczne zwłaszcza w przyrodzie organicznej, wytwarzającej wciąż nowe formy. Ewolucja organiczna nie jest przy tym dążeniem do realizacji jakiegoś planu przyrody. Bergson sądził, że rozwój jest nieodłączną cechą istot organicznych, wypływa z ich wewnętrznych sił, z ich pędu życiowego (*élan vital*).

Romantyczna odmiana tego rodzaju filozofii przyrody postuluje najpierw pierwszeństwo poznania intuicyjnego w ujmowaniu całości. Następną ideą charakterystyczną dla filozofii Bergsona jest preferowanie „zmiany" jako podstawowej kategorii.

Mniej odosobnioną filozofię nauki i przyrody reprezentuje A. N. Whitehead (1861—1947), dla którego jedyną rzeczywistością była niepodzielna całość przyrody, połączenie wszystkiego z wszystkim. Błędne jest mechanistyczne wyobrażenie świata, jako zespołu niezależnych przedmiotów. Najbardziej niewątpliwą cechą rzeczy jest ich powszechne wymieszanie. Przyrodę cechuje ciągłe przepływanie, składa się bowiem ze zdarzeń, rozumianych przez Whiteheada w sposób szczególny. Zdarzenie nie daje się odgraniczyć, lokalizować w określonych miejscach przestrzeni i punktach czasu. Przyrodę pojmował również jako organizm, który cechuje zdolność do rozwoju, czyli zdolność do przechodzenia od tego co było, do czegoś nowego. Tę cechę posiada nawet tzw. materia nieorganiczna. Elektron np. też ma swoją historię.

W teorii nauki Whitehead wyszedł poza scjentyzm. Sądził, że nauka nie ogranicza się do tego, co zdobyte metodami przyrodoznawstwa. Uznawał potrzebę metafizyki. Odbiegł również od poglądów Macha i Poincaré'go. Nie sprowadza doświadczenia do danych nam wrażeń, rzeczywistości do faktów, nauki i opisu. Pomysły pozytywistów i konwencjonalistów wprawdzie uwzględniał, ale potraktował jako jednostronne, tym samym zaś domagające się uzupełnień.

B. PRÓBA UJĘCIA SYSTEMATYCZNEGO

Przedstawiony zarys rozwoju filozofii nauki pozwala zorientować się, że zasięg jej badań jest na tyle szeroki, by z jednej strony objąć zagadnienia, których rozwiązanie dałoby się potraktować jako przyczynek do konkretnej nauki jak i filozofii nauki, z drugiej zaś strony obejmuje zagadnienia tak ogólne, iż wchodzi w zakres rozważań określonego typu metafizyki. Należy jednak zwrócić uwagę i na tę okoliczność, że w ramach filozofii nauki rozpatruje się problemy bardzo szczegółowe, jak np. eksplikacje kluczowych terminów, stosowanych w konkretnej dyscyplinie naukowej, zaś z drugiej strony analizuje się strukturalne cechy

Stosowanie pomiaru gwarantuje poprawną aplikację danego terminu do odnośnego przedmiotu [3].

Określona grupa filozofów nauki opowiada się za tezą dalszej redukcji obserwacyjnego języka nauki do języka danych spostrzeżeniowych (*sense-date language*). Uważa się jednak, że słownik obserwacyjny stanowi pewien przypadek graniczny języka nauki. Zresztą nawet ostatnia teza nasuwa cały szereg dyskusyjnych kwestii, np. czy język nauki wzięty jako całość daje się wyrazić w terminach obserwacyjnych tak, by nie było potrzeby odwoływania się do przedmiotów, ich struktur i procesów niedostępnych bezpośredniej obserwacji? Tego zagadnienia nie można owocnie dyskutować zanim nie poruszy się problemu teorii, jej struktury. Należałoby też zwrócić uwagę na istotną rolę obserwacji przy potwierdzaniu hipotez, do skonstruowania których daje niejednokrotnie okazję obserwacja i eksperyment. Same terminy obserwacyjne nie wystarczają do zdefiniowania terminów metrycznych. Niemniej zgodnie z redukcjonizmem aktualne są tendencje swoistego upodabniania całości języka nauki do terminów elementarnych. Z tego względu doniosłym jest zagadnienie określenia różnorodnych relacji, jakie zachodzą między terminami spostrzeżeniowymi, a terminami stosowanymi na różnych poziomach badania naukowego.

II. PRAWA

W trójkowym schemacie prezentowania nauki wyróżnia się komponent syntaktyczny, semantyczny i pragmatyczny [4]. Odnośnie praw trudno traktować ich cechy syntaktyczne w izolacji od pozostałych dwóch składników. Syntaktyka w tym przypadku dotyczy formalnych uwarunkowań tzw. zdań prawopodobnych (*lawlike sentences*). W aspekcie semantycznym prawo daje się określić jako prawdziwe zdanie prawdopodobne. Akceptując taką definicję prawa możnaby wyeliminować — utrzymują niektórzy — twierdzenia skądinąd posiadające status prawa, którym raczej jest zdanie prawopodobne użyteczne w określonym aspekcie badawczym.

Za najprostszą formę zdania prawopodobnego uchodzi sformułowanie typu uniwersalnego zdania warunkowego: (x) (Fx→Gx),

---

[3] V. F. Lenzen, *Philosophy of Science*, w: *Living Schools of Philosophy*, Arnes 1958, ss. 94—114, D. D. Runes (ed.); K. Ajdukiewicz, *Pomiar*, w: *Język i poznanie*, Warszawa 1965, t. II, ss. 356—365.

[4] *Collected Papers* of C. S. Peirce, Cambridge Mass. 1932, t. II, C. Hartshorne, P. Weiss (ed.); R. Carnap, *Foundations of Logic and Mathematics*, w: *International Encyclopedia of Unified Science*, Chicago 1939, t. I; C. Morris, *Foundations of the Theory of Signs*, tamże; Ph. Frank, *Philosophy of Science*, Englewood Cliffs 1957.

Stosowanie pomiaru gwarantuje poprawną aplikację danego terminu do odnośnego przedmiotu[3].

Określona grupa filozofów nauki opowiada się za tezą dalszej redukcji obserwacyjnego języka nauki do języka danych spostrzeżeniowych (*sense-date language*). Uważa się jednak, że słownik obserwacyjny stanowi pewien przypadek graniczny języka nauki. Zresztą nawet ostatnia teza nasuwa cały szereg dyskusyjnych kwestii, np. czy język nauki wzięty jako całość daje się wyrazić w terminach obserwacyjnych tak, by nie było potrzeby odwoływania się do przedmiotów, ich struktur i procesów niedostępnych bezpośredniej obserwacji? Tego zagadnienia nie można owocnie dyskutować zanim nie poruszy się problemu teorii, jej struktury. Należałoby też zwrócić uwagę na istotną rolę obserwacji przy potwierdzaniu hipotez, do skonstruowania których daje niejednokrotnie okazję obserwacja i eksperyment. Same terminy obserwacyjne nie wystarczają do zdefiniowania terminów metrycznych. Niemniej zgodnie z redukcjonizmem aktualne są tendencje swoistego upodabniania całości języka nauki do terminów elementarnych. Z tego względu doniosłym jest zagadnienie określenia różnorodnych relacji, jakie zachodzą między terminami spostrzeżeniowymi, a terminami stosowanymi na różnych poziomach badania naukowego.

II. PRAWA

W trójkowym schemacie prezentowania nauki wyróżnia się komponent syntaktyczny, semantyczny i pragmatyczny[4]. Odnośnie praw trudno traktować ich cechy syntaktyczne w izolacji od pozostałych dwóch składników. Syntaktyka w tym przypadku dotyczy formalnych uwarunkowań tzw. zdań prawopodobnych (*lawlike sentences*). W aspekcie semantycznym prawo daje się określić jako prawdziwe zdanie prawdopodobne. Akceptując taką definicję prawa możnaby wyeliminować — utrzymują niektórzy — twierdzenia skądinąd posiadające status prawa, którym raczej jest zdanie prawopodobne użyteczne w określonym aspekcie badawczym.

Za najprostszą formę zdania prawopodobnego uchodzi sformułowanie typu uniwersalnego zdania warunkowego: (x) (Fx→Gx),

---

[3] V. F. Lenzen, *Philosophy of Science*, w: *Living Schools of Philosophy*, Arnes 1958, ss. 94—114, D. D. Runes (ed.); K. Ajdukiewicz, *Pomiar*, w: *Język i poznanie*, Warszawa 1965, t. II, ss. 356—365.

[4] *Collected Papers* of C. S. Peirce, Cambridge Mass. 1932, t. II, C. Hartshorne, P. Weiss (ed.); R. Carnap, *Foundations of Logic and Mathematics*, w: *International Encyclopedia of Unified Science*, Chicago 1939, t. I; C. Morris, *Foundations of the Theory of Signs*, tamże; Ph. Frank, *Philosophy of Science*, Englewood Cliffs 1957.

co czytamy: dla każdego x, jeśli x jest F, to x jest G[5]. Problemy syntaktyczne tego sformułowania powstają w związku z pozalogicznymi terminami F i G. Istnieje klasa przypadków, gdzie wartościami tych symboli są wielkości spostrzeżeniowe, co pozwala rozstrzygnąć, czy dany przypadek jest zarazem F i G oraz uznać takie prawo za potwierdzone. Zachodzą jednak i takie przypadki, kiedy odnośne terminy spełniają kryteria obserwowalności, nie są też znane przypadki przeciwne, a jednak występowanie tych terminów w zdaniu prawopodobnym L dyskwalifikuje L jako prawo, nawet wtedy, gdy jest ono zdaniem prawdziwym.

Tego rodzaju sytuacja — na pierwszy rzut oka paradoksalna — postuluje zwrócenie baczniejszej uwagi na niektóre przynajmniej uwarunkowania zdań prawopodobnych.

Rozważmy w pierwszym rzędzie warunek uniwersalności. Istotne jest tutaj rozróżnienie uniwersalności akcydentalnej od uniwersalności nomicznej. Zdanie rozumiane w sensie akcydentalnym stwierdza tylko stałą koniunkcję cech w tym sensie, że o ile jakiś przedmiot posiada cechy wymienione w poprzedniku okresu warunkowego, to posiada również cechy wymienione w następniku. Zdanie „wszystkie kruki są czarne" (dla każdego x, jeśli x jest krukiem, to x jest czarne) rozumiane akcydentalnie stwierdza, iż jednostkowy obiekt, który istniał, istnieje i będzie istnieć, który spełnia też warunek „bycia krukiem", spełnia też warunek „bycia czarnym". Zdanie uniwersalne w ten sposób skonstruowane stwierdza tylko faktyczny związek, stałą konjunkcję cech, a więc wyraża akcydentalną uniwersalność de facto.

Twierdzi się zazwyczaj, iż zdania prawopodobne konstatują coś więcej aniżeli taką uniwersalność akcydentalną. W zdaniu wyrażającym prawo przyrody: „każdy ogrzewany kawałek miedzi rozszerza się", stwierdza coś więcej, aniżeli to, iż nigdy nie było, nie ma i nie będzie takiego ogrzewanego kawałka miedzi, który by się nie rozszerzał. Ze względu na takie sformułowanie prawa mówi się o jego fizycznej możliwości (żeby było inaczej), albo o fizycznej konieczności. Zdanie stwierdzające tego rodzaju konieczność nazywa się zdaniem nomicznie uniwersalnym. Ten element nie jest koniecznością logiczną najpierw dlatego, że zdania stanowiące prawa naukowe nie są tego rodzaju, by ich formalna negacja prowadziła do sprzeczności. Następnie, gdyby prawa przyrody były logicznie konieczne, wtedy należałoby zakwestionować stosowaną w naukach przyrodniczych praktykę potwierdzania przypuszczalnych praw na drodze obserwacji czy eksperymentu. Wresz-

[5] W. Majbaum, *Prawa i sformułowania*, „Studia Filozoficzne", 4 (31) 1962, s. 114—134.

cie mimo iż prawa przyrody nie są logicznie konieczne, to jednak spełniają funkcje przewidywania, wyjaśniania, stąd nie jest do utrzymania twierdzenie, jakoby prawa przyrody nie mogły pełnić tych funkcji, chyba że są zdaniami logicznie koniecznymi [6].

Z kolei zwrócimy uwagę na kryterium, według którego zdania prawopodobne nie powinny być logicznie zacieśniane do skończonej liczby przypadków.

W zdaniach o charakterze uogólnień nieprawopodobnych występują wyrażenia odnoszące się do jednostkowych osób, obiektów, względnie do jakiegoś obszaru czaso-przestrzeni (np. 1. każde jabłko w tym oto koszu jest słodkie, 2. każda śrubka w wozie p. J. Smitha jest zardzewiała), podczas gdy terminy występujące w zdaniach nomologicznie uniwersalnych są innego rodzaju. Biorąc pod uwagę prawa Keplera, Galileusza lub prawo stałej prędkości światła, zauważa się, że prawa te nie spełniają wspomnianego kryterium, ponieważ występują w nich nazwy jednostkowe („słońce", „ziemia"). Celem uchylenia tej trudności proponowano kilka rozwiązań. Rozróżniano najpierw między predykatami czysto jakościowymi i takimi, które nimi nie są. Przez pierwsze rozumie się predykaty, których ustalenie znaczenia nie postuluje odwoływania się do jednostkowych obiektów, czy też do określonego obszaru czaso-przestrzeni. Podejmując rozróżnienie praw podane przez H. Reichenbacha [7] nazwano uniwersalne zdania warunkowe prawami fundamentalnymi, jeśli nie zawierają nazw jednostkowych (lub stałych jednostkowych), a wszystkie predykaty są czysto jakościowe. Uniwersalne zdania warunkowe nazywa się prawami pochodnymi, o ile stanowią logiczną konsekwencję fundamentalnych zdań prawopodobnych. Uniwersalne zdanie warunkowe jest nazywane prawopodobnym, jeśli jest albo fundamentalnym, albo twierdzeniem pochodnym.

Próby rozwiązania zasygnalizowanych trudności nie wydają się być zadowalające, najpierw dlatego, że sama idea „znaczenia" danego terminu nie jest przy obecnym stanie badań dostatecznie wyświetlona [8]. Ponadto wskazuje się i na tę okoliczność, że prawa Keplera uważano za prawa przyrody już wtedy, kiedy jeszcze nie wyprowadzono ich z teorii Newtona. Nie jest też jasne nawet w chwili obecnej, czy prawa Keplera są wyprowadzalne z mechaniki Newtona i teorii grawitacji, bez odwoływania się do innych jeszcze przesłanek, których predykaty są czysto jakościowe.

6 Racje dla których zwykło się w ten sposób sądzić podaje E. Nagel, *The Structure...*, s. 54—55.

7 *Elements of Symbolic Logic*, New York 1947, s. 361.

8 C. G. Hempel, *Aspects of Scientific Explanation*, w: *Aspects of Scientific Explanation*, New York 1965, s. 342.

Propozycja Nagla, dotycząca zdań uniwersalnych, przyjmowanych jako prawa o ile są nieograniczenie uniwersalne [9], spotyka się z taką trudnością, iż może się zdarzyć przypadek dwu zdań logicznie równoważnych, z których jedno jest, a drugie nie jest wykluczone przez podane wyżej kryterium. Uogólnienie np. logicznie równoważne z przykładem (2) i spełniające warunek wysunięty przez Nagla: „dowolny obiekt, który nie jest zardzewiały nie jest śrubką w wozie J. Smitha". Trudność tę daje się uchylić formułując podane kryterium następująco: wyłączając prawdę czysto logiczną (równoważną z zapisem: Pa v~ Pa) zdania prawopodobne nie mogą mieć skończonego zakresu, tzn. nie mogą być logicznie równoważne skończonej koniunkcji zdań jednostkowych (jabłko a jest czerwone, jabłko b..., jabłko c...), mówiąc inaczej: winny być istotnie uniwersalne.

Różnicę między prawami a przypadkowymi uogólnieniami daje się również wyrazić poprzez syntaktyczny warunek odnośnych sformułowań. Nie wszystkie bowiem uniwersalne zdania warunkowe są prawopodobne, stąd, gdyby nawet były zdaniami prawdziwymi, nie byłyby prawami. Oto ilustracja tego rodzaju zdań: wszyscy słuchacze szkoły Greenbury Board w roku 1968/69 są łysi; wszystkie jabłka w tym oto koszu są słodkie. N. Goodman podał cechę wyróżniającą tego rodzaju zdania od praw [10]. W przeciwieństwie do praw, podanych przykładowo dwu zdań nie można sformułować sensownie w postaci subjunktywnych i kontrfaktycznych zdań warunkowych. Prawo rozszerzania gazów np. daje się sformułować w ten sposób: gdyby przy stałym ciśnieniu podgrzewać znajdujący się w tym oto cylindrze gaz, wtedy rozszerzyłby się odpowiednio. Natomiast zdania o słuchaczach szkoły Greenbury Board nie daje się wyrazić sensownie w formie tego rodzaju okresu warunkowego [11].

Skoro terminy zdania prawopodobnego nie mogą być zacieśnione do skończonej liczby przypadków, zdanie L nie może być znane jako prawdziwe na podstawie sprawdzalności, pojętej indukcjonistycznie. Tego rodzaju zdania wymagałyby do swego uzasadnienia względnie obalenia nieskończonej liczby zdań bezpośrednio sprawdzalnych [12]. Prawa naturalnie nie są zawsze pojmowane jako uogólnienia indukcyjne, których punkt wyjścia stanowi pewien układ zdań spostrzeżeniowych. Zgodnie z antyindukcjonizmem Poppera zdania takie są nie tyle punktem wyjścia dla

9 E. Nagel, *The Structure...*, s. 59.

10 *The Problem of Counterfactual Conditionals*, „Journal of Philosophy" 44 (1947), s. 113—128.

11 Przy rozważaniach bardziej szczegółowych odróżnia się subjunktywne od kontrfaktycznych zdań warunkowych.

12 M. Przełęcki, *Postulat empiryczności terminów przyrodniczych*, w: *Fragmenty filozoficzne*, seria II, Warszawa 1955, s. 223.

uogólnień, ile pełnią funkcję testu falsyfikującego. Zdania prawopodobne mogą wydawać się czasem fałszywe ze względu na niektóre konsekwencje spostrzeżeniowe. Poprzednik takiego zdania warunkowego uzupełniamy jednak często dodatkowymi uwarunkowaniami przez co dane twierdzenie nie jest od razu eliminowane jako zdanie prawopodobne. Taki stan rzeczy wskazuje, iż kryteria akceptacji zdań prawopodobnych są o wiele bardziej skomplikowane, aniżeli wydawało się to indukcjonistom. Podobne trudności nasuwa również ekstensjonalna interpretacja uniwersalnych zdań warunkowych, jak również spotykana czasem w naukach przyrodniczych praktyka wnioskowania nie tyle na podstawie, ile według praw. Prawa przyrody — utrzymuje się zgodnie z instrumentalizmem — nie posiadają logicznego statusu zdań. Stanowią raczej przepisy formułowania twierdzeń. Pełnią one funkcję swoistych licencji, uprawomacniających wnioskowanie, na mocy którego przechodzi się myślowo od stwierdzenia jednych zdań do asercji drugich. Pod adresem praw nie należy stawiać pytania: „czy jest ono prawdziwe?", ale „kiedy ono się stosuje?" [13]. Prawo nie jest więc zdaniem o świecie, ale regułą, określającą sposób naszego w nim zachowania się. Rozważania typu semantycznego przybrały o tyle postać pragmatyczną, że akceptacja twierdzenia L jest uwarunkowana również względami praktycznymi, mianowicie efektywnym prognozowaniem. Problem, czy zadowalające pod względem praktycznym prawo jest prawdziwe w innym od jego waloru prognostycznego sensie, trudno poddać dyskusji bez uwzględnienia szeregu szczegółowych rozważań z zakresu epistemologii.

Od czasów W. Windelbanda (1848—1915) i H. Rickerta (1863—1936) przyjęło się odróżniać nauki przyrodnicze (nomotetyczne) od humanistycznych (ideograficznych) na tej między innymi podstawie, że w pierwszych chodzi przede wszystkim o ustalanie praw, zaś w drugich — o fakty. Jedne mówią o tym, co wielokrotnie się powtarza, drugie o tym, co występuje raz jeden. Do dziś jednak nie posiadamy ogólnie przyjętej klasyfikacji praw przyrody. Pomijając różnorodne koncepcje takich praw zwykło się ich problem ujmować w kilku płaszczyznach: semantycznej, epistemologicznej i ontologicznej [14]. W płaszczyźnie semantycznej analizujemy zna-

13 S. Toulmin, *The Philosophy of Science, An Introduction*, New York 1960, s. 90, G. Ryle, *The Concept of Mind*, London 1949, s. 121—123.

14 I. Dąmbska, *O prawach w nauce*, Lwów 1933, s. 22—23; *Dwa studia z teorii naukowego poznania*, Toruń 1962, s. 77. Ponadto uwzględnia się płaszczyznę metodologiczną (logiczną). Por. M. Bunge, *Arten und Kriterien wissenschaftlicher Gesetze*, w: *Der Gesetzbegriff in der Philosophie und den Einzelwissenschaften*, Berlin 1968, s. 117—146, G. Kröber (ed.).

czeniową strukturę praw, w epistemologicznej zaś ich wartość poznawczą; w aspekcie ontologicznym chodzi o przyporządkowanie formuły praw rzeczywistości badanej w ramach poszczególnych działów nauk przyrodniczych.

W aspekcie semantycznym i epistemologicznym wyróżnia się zazwyczaj kilka grup praw. 1° Uogólnienia indukcyjne, które wyrażają współistnienie własności, nazywamy prawami koegzystencjalnymi. Tego rodzaju prawa spotykamy w zoologii i botanice systematycznej, z których pierwsza ustala korelacje cech u zwierząt, druga u roślin. 2° Przykładem praw sukcesywnych, dynamicznych, zwanych niekiedy przyczynowymi, jest twierdzenie: wszystkie metale rozszerzają się pod wpływem ciepła. Metodolodzy przyrodoznawstwa inspiracji Hume'owskiej utrzymują, że prawa przyrody nie wyrażają związków przyczynowych, lecz tylko związki funkcjonalne, formalne. 3° Często stosowane w naukach przyrodniczych są prawa statystyczne, które wyrażają prawidłowości zachodzące w masach statystycznych i przybierają kształt: „W...% ogólnej liczby zdarzeń". Przykładem takiego prawa jest okres połowicznego zaniku ciał promieniotwórczych. Głosi ono, że dla danego pierwiastka radioaktywnego istnieje okres, w którym połowa globalnej liczby atomów ulega rozpadowi. Nie wiemy, kiedy i który atom ulegnie takiemu rozpadowi, daje się jednak ustalić prawidłowość statystyczną w dostatecznie dużej liczbie zjawisk [15].

Przeprowadzenie dokładnej granicy między przykładowo wymienionymi typami praw nie jest zawsze łatwe do przeprowadzenia. Taka sytuacja zachodzi najpierw między prawami koegzystencjalnymi a dynamicznymi. To samo zdanie sformułowane przy pomocy orzeczników dyspozycyjnych wyraża koegzystencjalne prawo przyrody, zaś bez tych orzeczników przybiera postać prawa sukcesywnego. Z kolei stosunek praw dynamicznych do statystycznych też można ujmować różnorodnie: bądź sprowadza się prawa statystyczne do przyczynowych (M. Planck), bądź też prawa przyczynowe do probabilistycznych (H. Reichenbach). Pomiędzy tymi ujęciami krańcowymi dostrzega się współcześnie szeroki wachlarz poglądów pośrednich (Ph. Frank, K. Szaniawski, H. Mehlberg, A. Pap, E. Nagel, C. G. Hempel). Tego rodzaju sytuacja jest po części uwarunkowana bądź ekspozycją jednego tylko aspektu przy wyróżnianiu określonych typów praw, bądź określoną koncepcją determinizmu (Laplace'owskiego, czy też poszerzonego), bądź przekonaniem o takiej czy innej strukturze badanej rzeczywistości.

---

15 Ks. St. Mazierski, *Współczesne koncepcje praw przyrody*, „Zeszyty Naukowe KUL", 2 (38) 1967, s. 25—36.

Poznawczo ciekawa problematyka koncentruje się współcześnie nie tylko wokół zagadnień struktury czy prawomocności sformułowań o charakterze praw, ale dotyczy również ich funkcji. W przeciwieństwie do tendencji monopolizowania czy preferowania niektórych funkcji praw, charakterystycznych dla filozofii nauki na przełomie XIX i XX wieku, przechodzi się dzisiaj do konstruktywnej analizy wielokierunkowych funkcji praw i teorii. Należą do nich takie funkcje, jak: unifikacyjna, definicyjna, uogólniająca, porządkująca, predyktywna i wyjaśniająca. Nie przesądzając niczego o „hierarchii" tych, chyba niekompletnie, wyliczonych funkcji można powiedzieć, iż przewidywanie i tłumaczenie zalicza się do centralnych funkcji zaakceptowanych praw.

W przypadku wyjaśniania odpowiadamy w jakimś stopniu na pytanie „dlaczego tak jest?" W przypadku opisu odpowiadamy na pytanie „jak (kiedy, gdzie) jest". Współcześnie nie pojmuje się relacji opisu do wyjaśniania na sposób opozycji z tendencją do eliminacji wyjaśniania na rzecz opisu. Stwierdza się też, iż badanie naukowe wychodzi poza sam opis przedmiotu badania, podając jego tłumaczenie. Weźmy pod uwagę przykład pewnego zjawiska oraz jego tłumaczenie. Gdy termometr rtęciowy zanurzymy w gorącej wodzie, wtedy zauważymy chwilowe opadanie a następnie podnoszenie się słupka rtęci. A oto tłumaczenie tego zjawiska. Przyrost temperatury oddziaływuje w pierwszej chwili tylko na szklaną rurkę termometru, która się rozszerza, co w konsekwencji powoduje wzrost objętości szklanej rurki i dlatego słupek rtęci opada. Skoro jednak podgrzeje się rtęć, wtedy się rozszerzy, a ponieważ współczynnik rozszerzalności rtęci jest znacznie większy niż w przypadku szkła, stąd otrzymamy w wyniku podnoszenie się poziomu rtęci [16]. Biorąc pod uwagę opis oraz tłumaczenie podanego zjawiska można zauważyć, że tłumaczenie w przeciwieństwie do opisu zawiera takie zwroty, jak: „co w konsekwencji...", „wtedy", „stąd otrzymujemy w wyniku", które wskazują, że w przypadku tłumaczenia mamy do czynienia nie tyle z mniej lub bardziej złożonymi zdaniami prawdziwymi, jak jest w przypadku opisu, lecz raczej z ciągiem zdań wyjaśniających. W wyniku czynności opisywania wydajemy sąd o przebiegu zjawiska, natomiast samo wyjaśnianie nie jest sądem, lecz układem zdań, który sam już nie jest sądem, ale rozumowaniem [17].

W dedukcyjnym (obok probabilistycznego) modelu wyjaśniania generalizującego (który reprezentują m. in. K. Popper, C. G. Hem-

---

16 C. G. Hempel, P. Oppenheim, *Studies in the Logic of Explanation*, „Philosophy of Science" 15 (1948), s. 135.

17 K. Ajdukiewicz, *Dowód i wyjaśnianie*, w: *Szkice filozoficzne*, Warszawa 1964, s. 219.

pel, P. Oppenheim) wyróżnia się kilka integralnych elementów: zjawisko wyjaśniane, względnie zdanie, które to zjawisko opisuje (*explanandum*) E. Dla klasy zdań wyjaśniających (*explanans*) C zaliczamy dwie grupy wyrażeń: 1° zdania, określające konkretne warunki, które w stosunku do E są bądź równoczesne, bądź też uprzednie. Określamy je jako antecedensy: $A_1, A_2.., A_n$; 2° klasa praw ogólnych, wyrażająca jednostajne związki empiryczne: $B_1, B_2, .., B_k$. Explanandum jest wyjaśnione przez explanans S w tym sensie, że E wynika logicznie z S.

W aspekcie syntaktycznym nie zachodzi żadna różnica między tak sformułowanym tłumaczeniem a przewidywaniem. Kiedy mianowicie dane jest E, dla którego szukamy odpowiednich antecedensów i praw, z których logicznie wynikałoby E, wtedy mamy do czynienia z wyjaśnianiem; kiedy natomiast z danych antecedensów i praw wyprowadzamy C, opisujące przyszłe, nieznane dotąd zdarzenie, wtedy mamy na uwadze przewidywanie [18]. Odpowiednie schematy wyjaśniania i przewidywania przedstawiają się następująco: [19]

$A_1, A_2, ..., A_n$ $B_1, B_2, ..., B_k$	explanans	$A_1, A_2, ..., A_n$ $B_1, B_2, ..., B_k$	przesłanki
E	explanandum	C	prognoza

Tego rodzaju koncepcja relacji między wyjaśnianiem a przewidywaniem, określana niejednokrotnie mianem tezy o strukturalnej identyczności (symetrii) wyjaśniania i przewidywania (Popper, Hempel, Nagel), jest niejednokrotnie kwestionowana (I. Scheffler, N. Rescher). Kontrowersyjny jest również przedstawiony schemat wyjaśniania, o ile próbuje się go stosować do historii lub nauk społecznych (W. Dray).

III. TEORIE

Dotychczas mieliśmy na uwadze w głównej mierze tłumaczenie generalizujące, które dokonuje się w drodze podporządkowania jednorodnych faktów ogólnej prawidłowości, która z kolei może stać się przedmiotem wyjaśniania w ramach określonej teorii T. Utrzymuje się dość powszechnie, iż wyjaśnić prawo L znaczy wyprowadzić L z T. Rezultat wyjaśniania teoretycznego — takie bowiem mamy tutaj na myśli — charakteryzuje się zwykle syntaktycznie tym, że explanans w stosunku do explanandum zawiera co najmniej jedno nowe pojęcie, tzw. termin teoretyczny, wystę-

18 W. Stegmüller, *Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie*, Stuttgart 1965, s. 450—451.

19 G. Kröber, *Gesetz und Prognose*, w: *Der Gesetzbegriff...*, s. 180.

pujący w prawach teoretycznych. W prawach empirycznych wszystkie pozalogiczne terminy są elementarnymi. Desygnatami terminów teoretycznych są przedmioty i procesy wprost nieobserwowalne. Nie chodzi w tym przypadku o nieobserwowalność, jaka występuje np. w zdaniu: „J. Cezar jest dziś nieobserwowalny", ale o tzw. nieobserwowalność zasadniczą, która charakteryzuje obiekty teoretyczne. W tym sensie mówimy o nieobserwowalności funkcji Ψ, elektronów, pól itp.

Całokształt dyskusji zogniskowanej wokół terminów teoretycznych dałoby się ująć w trzy tezy [20].

1° Każde wyrażenie należące do słownika teoretycznego (nieobserwacyjnego) jest (i musi być) zastępowalne przez zbiór terminów, należących bez reszty do słownika obserwacyjnego.

Już D. Hume utrzymywał, że wszystkie terminy naukowe winny być definiowane poprzez zbiór terminów odnoszących się do prostych elementów doświadczenia. Dla B. Russella terminy teoretyczne są „logicznymi konstrukcjami" zbudowanymi przy pomocy języka logiki matematycznej, gdzie nie odwołujemy się do elementów czysto doświadczalnych [21]. Terminy teoretyczne stosuje się tylko z powodu ich praktycznej użyteczności, z uwagi na ekonomię myślenia. Teoria naukowa zaś jest prostym, ujętym w pewną strukturę logiczną zsumowaniem zdań, odnoszącym się do aktualnych lub możliwych obserwacji elementarnych. Terminy desygnujące dane takich obserwacji, jak i wyraźne wskazanie na przykłady takich terminów napotykały na poważne trudności. Zwrócono więc uwagę na alternatywne ujęcie natury słownika spostrzeżeniowego. Zgodnie z operacjonizmem np. pojęcie jest określone odpowiadającym mu zbiorem operacji bądź fizykalnych, gdy odnosi się ono do przedmiotów fizycznych, bądź psychicznych, jeśli mamy na uwadze wytwory umysłu [22]. Odpowiednio zmodyfikowana teza 1° przybiera następującą postać: znaczenie każdego terminu naukowego musi być określone przy pomocy jednoznacznego i specyficznego układu operacji. Taka wersja tezy 1° nasuwa ogólniejszy problem, czy mianowicie wszystkie terminy teoretyczne daje się zdefiniować przy pomocy słownika obserwacyjnego.

W przypadku skrajnym związki definicyjne na gruncie teorii empirycznych mogą polegać na całkowitej definiowalności terminów teoretycznych przez terminy elementarne. W takiej sytuacji istnieją być może teorie, które gwarantują terminom teoretycznym

---

20 *Philosophical Problems of Natural Science*, New York 1965, ss. 1—19, D. Shapere (ed.).

21 B. Russell, *The Relation of Sense-Date to Physics*, w: *Mysticism and Logic*, London 1951, s. 155.

22 P. W. Bridgman, *The Logic of Modern Physics*, New York 1946, s. 5.

kryteria stosowalności w postaci definicji zupełnych. Terminy teoretyczne, równoważne na ich gruncie wyrażeniom złożonym wyłącznie z terminów elementarnych, mogą być przez te ostatnie całkowicie wyrugowane. Teorie tego typu mogą więc być zastąpione przez równoważne im teorie sformułowane w języku elementarnym. Warto jednak dodać, że między terminami teoretycznymi, definiowanymi explicite za pomocą terminów elementarnych, zachodzić mogą istotne różnice ze względu na ich empiryczny charakter. Różnice te są uzależnione od logicznej struktury wchodzących w grę definicji. Jeśli ich człon definiujący nie zawiera kwantyfikatorów, termin teoretyczny jest stosowalny na podstawie skończonej liczby spostrzeżeń. Obecność kwantyfikatorów sprawia, że tylko nieskończona liczba obserwacji mogłaby w sposób ostateczny uzasadnić jego zastosowanie w jakimś konkretnym przypadku [23].

Ze względu na cały szereg trudności, związanych z definiowalnością terminów dyspozycyjnych, w rodzaju klasycznego już dziś terminu „rozpuszczalny", zastąpiono ideę definicji zupełnych bardziej ogólną metodą definiowania przez tzw. redukcję, stanowiącą szczególny przypadek definicji cząstkowych (warunkowych). Przy pomocy tych definicji (zaproponowanych przez Carnapa: 1936, 1937 r.) znaczenie terminów teoretycznych (dyspozycyjnych) jest określone cząstkowo. Taki stan rzeczy doprowadził do modyfikacji tezy pierwszej: 2° przynajmniej niektóre wyrażenia teorii naukowej mogą być zinterpretowane jedynie cząstkowo w terminach słownika obserwacyjnego.

Terminy teoretyczne wyrażają zatem coś więcej, aniżeli to, co jest dane przez doświadczenie. Rzecznicy tego stanowiska nie chcą jednak przez to twierdzić, że istnieją pozadoświadczalne źródła poznania. Elementy znaczące pojęć, które wykraczają poza doświadczenia, są uprawomocnione pośrednio poprzez „miejsce", jakie terminy teoretyczne zajmują w całości teorii naukowej. Tego rodzaju sposób uprawomacniania elementów znaczących pojęć pozwala na włączenie do teorii terminów, których nie definiujemy przy pomocy słownika spostrzeżeniowego ani całkowicie ani częściowo. Zwrócono przy tym uwagę i na tę okolicznoć, iż związek pomiędzy terminami teoretycznymi a terminami spostrzeżeniowymi ma charakter probabilistyczny. Wyniki obserwacji pozwalają z określonym stopniem prawdopodobieństwa wnosić o tym, że termin teoretyczny stosuje się do badanego przedmiotu. Tak ma być np. w przypadku pewnych wielkości fizykalnych, jak również w przypadku niektórych pojęć biologicznych, czy psychologicznych. We wszystkich

---

[23] M. Przełęcki, *Pojęcia teoretyczne a doświadczenie*, w: *Logiczna teoria nauki*, Warszawa 1966, ss. 449—505.

przypadkach będą to kryteria ustanawiające jeszcze luźniejsze związki z terminami elementarnymi, niż kryteria w postaci definicji cząstkowej. Mamy na uwadze pewne ich modyfikacje, zwane probabilistycznymi definicjami cząstkowymi. Definicje takie zostały opisane przez H. Mehlberga [24].

Odpowiedź na pytanie, czy sugestie Carnapa są słuszne, czy też teza 1° jest niesłuszna, komplikuje się wobec pewnych reperkusji, jakie na gruncie teorii przyrodoznawstwa wywołało twierdzenie W. Craiga sformułowane w logice matematycznej. Jeśli mianowicie stałe pozalogiczne języka teorii naukowej należą do dwu rozłącznych klas (terminy spostrzeżeniowe i teoretyczne), to język taki zawsze daje się zastąpić przez inny, w którym nie występują terminy słownika teoretycznego. Niepożądaną cechą nowego języka jest nieskończony ciąg aksjomatów, jaki on posiada bez względu na to, czy język pierwotny był sformułowany przy pomocy skończonego czy też nieskończonego szeregu aksjomatów [25].

Restryktywną dychotomię terminów spostrzeżeniowych i teoretycznych kwestionuje się współcześnie również z innych względów. Spotyka się nawet stanowisko (S. Toulmin, Th. Kuhn), według którego wszystkie terminy teorii naukowej są teoretycznie zinterpretowane. Wyrazem takiego stanowiska jest teza trzecia: 3° jest rzeczą wręcz niemożliwą (przynajmniej w większości przypadków) wydzielić komponenty znaczeniowe terminów występujących w różnych teoriach tak, by posiadały one (teorie) całkowicie lub częściowo takie same słowniki obserwacyjne; jeśli nawet takie same terminy występują w różnych teoriach, to ich znaczenia są różne, ponieważ znaczenie to zmienia się wraz z kontekstem teorii.

Nie wchodząc w merytoryczną dyskusję z tą tezą stwierdzamy, że bardziej przekonywające wydaje się być stanowisko tzw. gradualizmu. Pod względem treściowym jest ono analogiczne do poglądu na relację między „analitycznością" i „syntetycznością". Nie oferuje się mianowicie precyzyjnego kryterium na mocy którego dowolny termin naukowy można by zaszeregować do określonej grupy terminów. Ich podział nie jest absolutny. Istnieje raczej ciągłe przejście od terminów — których znaczenie jest ustalane ostensywnie czy operacjonalistycznie — do terminów o odpowiednio wysokim stopniu abstrakcji [26].

---

24 *Positivisme et Science*, „Studia Philosophica" 3 (1948).

25 C. G. Hempel, *Implications of Carnap's Work for the Philosophy of Science*, w: *Philosophy of Rudolf Carnap*, La Salle 1963, ss. 685—710, P. A. Schilpp (ed.).

26 Do terminów teoretycznych zalicza się: 1° terminy dyspozycyjne, o których mówimy w przypadku, gdy obserwacja desygnowanego odpowiednika jest uzależniona od warunków kontekstowych (np. „rozpuszczalny", „elastyczny", „magnetyczny"); 2° termin teoretyczny jest pośrednio obserwowalny, jeśli bezpośrednio możemy śledzić efekty desygnowanego obiektu (promienie X, cząstki

Terminy teoretyczne są mocno zakorzenione w języku nauki. Empirystyczne próby ich eliminacji z tego języka czy to poprzez definicje explicite, czy też poprzez redukcje nie okazały się skuteczne. Istnieją wprawdzie formalne techniki (teoremat W. Craiga), pozwalające terminy te funkcjonalnie zastąpić przez terminy spostrzeżeniowe. Wynik Craiga nie jest wszakże zwycięstwem empiryzmu, ponieważ terminy teoretyczne pełnią istotne funkcje systematyzacyjne w teoriach, zaś ich znaczenie bywa najczęściej determinowane całokształtem teorii. Niejednokrotnie zaś sprawa ma się nie tak, że terminy teoretyczne są określane przy pomocy terminów elementarnych, ale odwrotnie, te ostatnie definiuje się poprzez pierwsze. W wyniku czego należy odwołać się do odnośnej teorii celem sformułowania określonych zdań spostrzeżeniowych. Jednocześnie zbyt uproszczonym musiałoby okazać się twierdzenie, jakoby teorie naukowe pozwalały ustalać jedynie inferencyjne związki między zdaniami spostrzeżeniowymi (w przypadku prognozowania). Teoria bowiem — poglądowo rzecz przedstawiając — jest podobna, ze względu na swoją strukturę, do nieregularnej, różnie zagęszczonej siatki, w której węzły różnej wielkości symbolizują odmienne typy zdań, a różne rodzaje linii, łączące te węzły, symbolizują rozmaite stosunki zachodzące między zdaniami. Kontakt teorii z bazą doświadczalną gwarantują reguły interpretacji, stanowiące element systemu fizyki.

W ujmowaniu przez logikę współczesną teorii empirycznych można upatrywać próbę zastosowania do nich tych osiągnięć, które uzyskano przy badaniu teorii matematycznych. Charakterystyczne dla logiki współczesnej ujęcie teorii empirycznych — to ujęcie odpowiadające ujęciu teorii matematycznych. Między tymi podstawowymi rodzajami teorii naukowych istnieją jednak — prócz podobieństw — dość znaczne różnice, które dadzą się sprowadzić do różnic w sposobie ich interpretacji. Nie można więc interpretacji teorii empirycznych przedstawić w taki sam sposób, w jaki zdaje się sprawę z interpretacji teorii matematycznych. Powstają tu swoiste problemy, na które logika matematyczna nie daje odpowiedzi.

Określenie specyficznego charakteru interpretacji teorii empirycznych uwzględnimy, podając ogólny szkic struktury takiej teorii. Wyróżniamy w niej trzy główne elementy: 1° sformalizowany system logiko-matematyczny, który jest zwykle rachunkiem,

---

elementarne); 3° terminy funkcyjne, które nie odnoszą się ani do przedmiotów spostrzeżeniowych, ani nieobserwowalnych, ale służą do łączenia terminów elementarnych z teoretycznymi (np. „czas", „przestrzeń", „funkcja ψ"); 4° terminy metryczne, które są wielkościami matematycznymi, stosowanymi w trakcie pomiaru do obiektów empirycznych. Por. N. Capaldi, *Philosophy of Science*, New York 1966, s. 26, 288.

stanowiącym logiczny szkielet systemu. Obok postulatów logiko-matematycznych występują tutaj postulaty specyficzne, które definiują aksjomatycznie podstawowe pojęcia teorii; 2° układ zdań obserwacyjnych, stanowiących jakby empiryczną bazę całego systemu; 3° interpretacja czyli układ reguł i definicji przyporządkowujących pojęciom w rachunku empiryczną treść poprzez łączenie ich z konkretnym materiałem, zdobytym na drodze doświadczenia [27]. Interpretacja stanowi pewnego rodzaju ogniwo koordynujące język fizyki teoretycznej z językiem fizyki eksperymentalnej. W literaturze metodologiczno-przyrodniczej interpretacja jest określana różnymi nazwami [28]. Dzięki definicjom przyporządkowującym można teorię sformalizowaną interpretować empirycznie. Sposoby interpretacji są nieraz bardzo skomplikowane i trudno podać jakiś jeden ogólnie ważny w tym względzie schemat. Analiza prostego przykładu uwyraźni pewne istotne elementy procedury interpretacyjnej.

Wiadomo, że teoria atomu Bohra postulowała najpierw, iż atomy są zbudowane z dodatnio naładowanego jądra atomowego i z pewnej określonej liczby ujemnie naładowanych elektronów, krążących po odpowiednich orbitach. Liczba elektronów jest różna dla różnych pierwiastków. Zakładano następnie, że jest tylko określony ciąg torów, po których krążą elektrony. Dopóki elektron krąży po danej orbicie, energia układu jest stała, promieniowanie nie jest emitowane; gdy elektron przeskakuje z toru n-tego na i-ty, wtedy energia atomu zmienia się z E_n na E_i, a różnica energii $E_n - E_i$ jest emitowana.

W jaki sposób powyższa teoria jest przyporządkowana danym doświadczenia?

Krążenie elektronów po orbitach, ich skoki z orbity na orbitę nie stanowią treści pojęć, aplikowanej danym doświadczenia. Należy zatem ustalić związki pomiędzy takimi pojęciami teoretycznymi, których treść daje się zidentyfikować na drodze procedury laboratoryjnej. Związki te ustalono w następujący sposób: teoria elektromagnetyczna światła wiąże linię w widmie danego pierwiastka z falą elektromagnetyczną, której długość można obliczyć z pewnych danych eksperymentalnych. Teoria Bohra wiąże z kolei długość światła emitowanego przy przeskoku elektronu z jednej orbity

[27] St. Kamiński, *Struktura nauk przyrodniczych*, „Znak" 12 (1960), s. 774; *Structure of Scientific Thought*, Cambridge Mass. 1960, s. 106, E. H. Madden (ed.).

[28] Definicje koordynujące, reguły interpretacji, reguły semantyczne (E. Nagel, *Logic without Metaphysics*, Glencoe 1956, s. 309), korelacje epistemologiczne (F. S. C. Northrop, *Meeting of East and West*, New York 1946, s. 443), reguły odpowiedniości H. Margenau, *The Nature of Physical Reality*, New York 1950, s. 60) definicje przyporządkowujące (H. Reichenbach, *Powstanie filozofii naukowej*, Warszawa 1950, tłum. H. Krahelska).

na drugą. Konsekwentnie, teoretyczne pojęcie przeskoku elektronu jest związane z eksperymentalnym terminem linii widmowej [29].

Podaje się zazwyczaj pewne cechy interpretacji. Odwołując się do przytoczonego przykładu można stwierdzić, że nie mieliśmy tam do czynienia z wyraźną definicją terminu teoretycznego. Wyrażenie zaś jest wyraźnie zdefiniowane, gdy można je wyeliminować z kontekstu, w którym występuje i zastąpić zwrotem definiującym, zaś sens kontekstu nie ulegnie zmianie. Nie da się tego powiedzieć w odniesieniu do teorii Bohra. Teoretyczny zwrot: „x jest długością fali promieniowania emitowanego przy przeskoku elektronu z jednej z dopuszczalnych orbit na inną orbitę atomu wodoru" nie jest wyraźnie zdefiniowany, gdy jest przyporządkowany takiemu zwrotowi: „y jest linią występującą w określonym miejscu widma atomu wodoru". Treść obydwu zwrotów jest różna. I chociaż na podstawie definicji przyporządkowującej jest ustalony związek pomiędzy tymi zwrotami, to zwrot pierwszy nie może być zastąpiony przez drugi w takim np. zdaniu: „przeskok elektronu z orbity K na orbitę L zachodzi w przypadku 10% rozważanej liczby atomów wodoru". Gdyby dokonać wspomnianego podstawienia, otrzymalibyśmy wyrażenie bez sensu fizykalnego.

Pojęciom teoretycznym przyporządkowywuje się często więcej aniżeli jeden termin obserwacyjny. I tak terminowi teoretycznemu „przeskok elektronu" odpowiada eksperymentalny termin „linii widmowej"; na podstawie zaś prawa promieniowania Plancka przyporządkowuje się temu pojęciu zmiany temperatury w promieniowaniu ciała doskonale czarnego. Brak jednoznacznej odpowiedniości pomiędzy pojęciem teoretycznym a terminem eksperymentalnym można wyrazić w inny jeszcze sposób. W ramach fizyki teoretycznej formułuje się — mówiąc ogólnie — teorie, w których relacje pomiędzy teoretycznymi terminami pierwotnymi czy zdefiniowanymi są precyzyjnie ustalane. Interpretacja zaś, ustalając relacje pomiędzy pojęciami teoretycznymi i eksperymentalnymi, nie otrzymuje tak precyzyjnego sformułowania. W praktyce naukowej spotyka się stosunkowo szerokie i niedoprecyzowane koordynacje. Pochodzi to stąd, że terminy eksperymentalne nie posiadają tak ostro zarysowanych „konturów" jak pojęcia teoretyczne.

Zwrócimy jeszcze uwagę na inną cechę interpretacji. Otóż w ramach teorii Bohra podaje się reguły przyporządkowujące dla pewnych tylko pojęć teoretycznych. Nie interpretuje się więc wszystkich terminów teoretycznych. Ta cecha interpretacji jest ważna dlatego, iż pozwala stosować daną teorię w nowych dziedzinach badania naukowego, a to przez wprowadzenie nowych

[29] E. Nagel, *The Structure...*, s. 94—95.

reguł odpowiedniości dla terminów dotąd nieinterpretowanych. Ten sam aparat matematyczny może więc być różnie interpretowany zależnie od aplikowanych reguł semantycznych. Zinterpretowanie niektórych przynajmniej pojęć teorii w terminach eksperymentalnych jest warunkiem empirycznego charakteru teorii. Formuły matematyczne i logiczne same z siebie nic nie mówią o rzeczywistości materialnej, dlatego określa się je mianem nieinformujących i tautologicznych.

IV. PROBLEMATYKA FILOZOFII NAUKI

W punkcie B przedstawiono dotychczas niektóre zagadnienia filozofii nauki. Uwzględnione tytułem przykładu kwestie nie wyczerpują oczywiście pełnego rejestru odnośnej problematyki. Poniżej wymienimy więc bardziej lub mniej dyskusyjne zespoły zagadnień, uwzględnianych zazwyczaj przez interesującą nas dyscyplinę filozofii.

1. W ramach określonej w XIX w. mianem „filozofii natury" (*Naturphilosophie, Philosophy of Nature*) chodziło o konstruowanie określonych obrazów świata, stanowiących spekulatywne ekstrapolacje i syntezy danych poznania naukowego. Znany jest w tym względzie energetyzm W. Ostwalda, według którego podstawową substancją wszechświata jest energia. Tendencje takie spotykamy również w XX w. Jeans interpretuje np. teorię względności w terminach idealizmu. Swoista ontologia, proponowana przez Heisenberga przypomina kantowską koncepcję rzeczy samych w sobie, o których niepodobna wnioskować na podstawie postrzeżeń. D. Bohm sugeruje, iż wszechświat jest uorganizowany w szereg poziomów, określanych na przemian prawami deterministycznymi i statystycznymi.

Ogólnie powiemy, że syntezy oraz indukcyjne uogólnienia nauk szczegółowych (przyrodniczych i humanistycznych) przybierają różne formy od ich dopełniania do encyklopedycznych zestawień wyników nauk [30].

2. Podstawy nauki. Odnośne badania dotyczyłyby najogólniejszych pojęć, założeń i reguł, z jakich korzystamy w sposób bądź wyraźny, bądź milczący, stawiając problemy poznawcze i próbując je rozwiązać przy pomocy rozumowania. W tym dziale filozofii nauki podejmuje się między innymi badania nad naturą, zadaniami, formą i uzasadnianiem względnie usprawiedliwianiem wiedzy naukowej. Uwzględniamy tutaj takie zagadnienia, jak: wiedza potoczna i naukowa, związki pomiędzy poszczególnymi naukami, sposoby budowania języka nauki; idee naukowe w formie

---

30 St. Kamiński, *Typy filozofii*, „Roczniki Filozoficzne" 12 (1964) z. 1, s. 9.

zasadnych hipotez, których szczególnymi przypadkami są prawa i teorie naukowe, pełniące wielostronne funkcje poznawcze.

3. Zagadnienia związane z konstruowaniem „wszechświata" w ramach kosmologii przyrodniczej, gdzie rozważa się pochodzenie, strukturę i rozwój wszechświata jako całości, jak również zagadnienia związane z przestrzenią i czasem.

4. Społeczno-ekonomiczne uwarunkowania oraz funkcja nauki w społeczeństwie. Uwzględnia się tutaj studium rozwoju oraz społecznej roli nauki w kontekście jej uwarunkowań psychosocjologicznych, ekonomicznych, kulturowych i politycznych.

Do problematyki filozofii nauki stosuje się również inne podejście [31]. Wspomniano już na wstępie, że takie terminy, jak filozofia nauki, teoria nauki i metodologia nauki bywają używane jeśli nie zamiennie, to przynajmniej w podobnym sensie. W takim przypadku desygnatem terminu „filozofia nauki" bywają: 1° rozważania metafizyczne o takim bycie, jakim jest poznanie naukowe; 2° teoriopoznawcze rozważania o nauce, gdzie uwzględnia się zagadnienia źródeł, granic i własności (prawdziwość, przedmiotowość, adekwatność, pewność) poznania naukowego; 3° teoria nauki, analizująca pojęcie, przedmiot, zadania nauki oraz przeprowadzająca typologię dyscyplin naukowych. Niekiedy włącza się tu teoretyczne zagadnienia funkcji i organizacji nauki; 4° filozoficzne rozważania wiążące się z ogólnymi problemami leżącymi u podstaw nauk, czy też z najogólniejszymi ich rezultatami (filozoficzna interpretacja wyników nauki), dotyczącymi rzeczywistości badanej w naukach.

Rozmaite ujęcia tych nauk o nauce są uwarunkowane rozmaitymi koncepcjami filozofii i jej stosunku do nauk szczegółowych. Dla tych, którzy filozofię pojmują jako wiedzę o bycie względnie o istotach rzeczy w świetle ostatecznych przyczyn oraz uznają jej odrębność od nauk szczegółowych, termin „filozofia nauki" może oznaczać jedynie metafizykę lub epistemologię poznania naukowego (orientacja perypatetycka). Gdy filozofię potraktuje się jako „uogólnienie" nauk szczegółowych lub jako dyscyplinę naukową zajmującą się zagadnieniami podstaw nauki, wtedy filozofia nauki obejmuje rozważania wymienione w punktach 2°, 3°, 4°, jak również metodologię nauk (zajmującą się sposobem wykonywania czynności naukowych), logiczną analizę języka naukowego, a nawet samą logikę formalną. I właśnie w literaturze anglosaskiej desygnat terminu *philosophy of science* to najczęściej pewne kwestie z teorii nauki, metodologii nauk i refleksji filozoficznej nad rzeczywistością badaną przez naukę.

---

31 St. Kamiński, *Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, Lublin 1961, s. 54—55.

Dla pełniejszego wyjaśnienia różnych ujęć wymienionych nauk o nauce zwrócimy jeszcze uwagę na niektóre metody ich uprawiania. Wyróżnimy w tym względzie trzy różne metody nazywane zazwyczaj: 1° analityczną, 2° syntetyczną i 3° historyczną.

Pierwsza (1°) występuje w kilku postaciach: a — metoda redefinicji (interpretacji), którą wiąże się zazwyczaj z nazwiskiem G. E. Moore'a. Polega zaś na zastępowaniu analizowanych terminów lub zdań przez inne terminy lub zdania, posiadające w określonym języku takie samo znaczenie; jednak dzięki innemu, bardziej starannemu ich sformułowaniu można je łatwiej zrozumieć. b — Carnapa metoda eksplikacji. Języki symboliczne konstruuje się dla określonych celów. W aspekcie funkcji języki te są paralelne do języka potocznego. Terminy tego ostatniego języka są jednak mało precyzyjne. Do języka symbolicznego wprowadza się więc terminy ściśle określone (*explicatum*) w miejsce mętnych i niejasnych terminów (*explicandum*). Z języka symbolicznego eliminuje się w ten sposób zwłaszcza czynniki emotywno-sugestywne, które zaciemniają tylko doniosłe zagadnienia filozoficzne. c — Stosowana przez L. Wittgensteina metoda analizy zmierza do określenia znaczenia terminu przez wskazanie jego stosowania w różnych kontekstach językowych. W tym ujęciu filozofia staje się techniką nie tyle rozwiązywania ile klarowania problemów, techniką „uwrażliwiania się" na to, co zamierzono wyrazić przy pomocy danego terminu, zastosowanego w danym kontekście.

Ad 2°. Chodzi w tym przypadku o wyjaśnienie logicznych kryteriów redukcji teorii naukowych. Chociaż bowiem trudno powiedzieć, czy całość wiedzy naukowej zostanie kiedyś ujęta w jedną teorię, to jednak z wielu poznawczo interesujących względów tendencje unifikacyjne są do dziś żywotne w filozofii nauki. Należałoby więc, zgodnie z określonymi kryteriami, wyróżnić układ pojęć i twierdzeń użytecznych przy budowaniu odpowiedniej aksjomatyki.

Ad 3°. W ramach szerszego nurtu koncepcji metodologicznych postuluje się „uhistorycznienie" filozofii nauki, czy też „ufilozoficznienie" jej historii. To podejście polega na analizie historycznego następstwa praw i teorii w terminach zarówno ciągłych transformacji jak i radykalnych przemian naukowych problemów, idei, praw i teorii. Epistemiczno-formalne podejście logikalnego empiryzmu, uwzględniającego jedynie statyczny aspekt nauki, winno być dopełnione rozważaniami historycznymi, uwzględniającymi dynamiczny aspekt teorii naukowych. Tego rodzaju podejście spotykamy już u P. Duhema, współcześnie zaś jest reprezentowane przez M. Hesse, S. Toulmina, Th. Kuhna, M. Bungego, W. S. Sellarsa, P. K. Feyerabenda i innych.

V. NIEKTÓRE KIERUNKI FILOZOFII NAUKI

1. Filozofia analityczna (lingwistyczna) i neopozytywizm. Są to obecnie najbardziej twórcze kierunki filozofii nauki. Granica między nimi jest płynna i odróżnienie zwolenników filozofii analitycznej i pozytywizmu logicznego w odniesieniu do młodszych (po drugiej wojnie) pokoleń byłoby już trudno wykonalne. Jednakże pewna własność, którą Russell uważa za konstytutywną dla filozofii analitycznej, występuje szczególnie wyraźnie w jej pozytywistycznej odmianie. Ukazuje ją sama nazwa „empiryzmu logikalnego". Jest to mianowicie świadome swojej nowości połączenie empirystycznej interpretacji wiedzy z wielostronnym zastosowaniem metod matematycznych. Połączenie to, zdaniem Russella, wykazuje cały rozwój przyrodoznawstwa od czasów Galileusza i Newtona, jednakże po raz pierwszy ujawniło swoje możliwości wobec tradycyjnych kwestii filozoficznych.

Warto na tym miejscu jeszcze raz podkreślić, że idee empiryzmu logicznego lub pokrewne odegrały znaczną rolę w filozofii polskiej. Polski pozytywizm logiczny, nazywany przez K. Ajdukiewicza „logicznym antyirracjonalizmem" narodził się w znacznym stopniu niezależnie od Koła Wiedeńskiego, chociaż nawiązał liczne kontakty z tamtejszym ruchem. Uczniowie K. Twardowskiego (1866—1938), będący współtwórcami tzw. szkoły lwowsko-warszawskiej, odegrali znaczną rolę w dziejach pozytywizmu nowoczesnego. Mamy tu na uwadze zwłaszcza prace J. Łukasiewicza, autora logik wielowartościowych, oraz A. Tarskiego, który uprawomocnił semantyczne pojęcie prawdy i umożliwił zwolennikom tej filozofii wyjście poza czysto syntaktyczne podejście do języka. Kolejne pokolenia tej szkoły mniej zajmowały się formułowaniem ogólnych programów, zwracały zaś większą uwagę na szczegółowe badania z zakresu metodologii nauki i logiki. Ze stanowiskiem neopozytywistycznym łączyła ich nieufność do metafizycznych rozstrzygnięć oraz przekonanie o szczególnej roli, jaką w badaniu jakichkolwiek kwestii filozoficznych odgrywa badanie języka, w którym są sformułowane.

2. Fenomenologiczna teoria nauki kieruje się przeciw tym wszystkim ujęciom, które w duchu scjentystycznym zamierzają zredukować wiedzę ludzką do zbioru poszczególnych nauk, przyjmujących fakty empiryczne i reguły myślenia za rzecz daną, a organizujących tworzywo empirii w wyjaśniające hipotezy. W ramach tej koncepcji nie przyjmuje się, wbrew scjentyzmowi i pozytywizmowi, żadnych wyników nauki za coś gotowego, ale abstrahując od całości istniejącej wiedzy naukowej pragnie dotrzeć do ostatecznych źródeł naszej wiedzy, do „rzeczy samych". Z feno-

menologicznego punktu widzenia doniosłymi są takie zagadnienia filozofii nauki, jak kwestie związane z eksperymentem, znaczeniową stroną teorii naukowych, a zwłaszcza zagadnienie związku teorii z doświadczeniem. Rozważania nad tymi kwestiami są obwarowane pewnymi uwarunkowaniami, z których jedno wysuwa potrzebę ujawnienia ukrytych zazwyczaj założeń apriorycznych, spokrewnionych najczęściej z tezami filozofii pozytywizujących. Z fenomenologicznego punktu widzenia niepożądaną jest również i ta cecha współczesnej filozofii nauki, iż jest ona często zainteresowana nie tyle najogólniejszymi aspektami poznania naukowego, ile pewnymi konkretnymi wynikami badań naukowych. Odnośne analizy należy przedsiębrać dopiero po zastosowaniu fenomenologicznej redukcji do materiału, stanowiącego punkt wyjścia filozofii nauki [32].

3. Trudno mówić już dziś o usystematyzowanej i koncepcyjnie jednolitej filozofii nauki w ujęciu marksistowskim. Można jednak wskazać pewne, istotne w tym względzie sugestie. Filozofia (danej) nauki to zarówno system najogólniejszych i zwieńczających jej rozwój pojęć i praw jak również teoria percepcji, opisu, klasyfikacji, modelowania, pomiaru oraz konstruowania pojęć, hipotez i teorii. Narzędzia, przy pomocy których badamy rzeczywistość materialną, należy rozważać ze względu na punkty zbieżne i specyficzne dla różnych dyscyplin naukowych, przy równoczesnym uwzględnieniu ich rozwoju historycznego i uwarunkowań społecznych.

W zakończeniu wspomnimy jeszcze o kilku reprezentatywnych ośrodkach filozofii nauki. Najbardziej znane w tym względzie są środowiska anglosaskie, których działalność ogniskuje się przy uniwersytetach w Pittsburgu, Bostonie (*Boston Studies in the Philosophy of Science*), Minneapolis (*Minnesota Studies in the Philosophy of Science*), Chicago (*International Encyclopedia of Unified Science*), Londynie, Oxfordzie (*Analysis*). Poza tym znane są również: Paryż, Zurych (*Dialectica*), Bruksela Amsterdam (*Synthese*).

Zygmunt Hajduk

[32] J. J. Kockelmans, *Phenomenology and Physical Science. An Introduction to the Philosophy of Physical Science*, Pittsburgh 1966; H. Marcuse, *On Science and Phenomenology*, w: *Boston Studies in the Philosophy of Science*, New York 1965, ss. 279—291, R. S. Cohen, M. W. Wartofsky (eds).

SZCZEPAN W. ŚLAGA

NAUKI BIOLOGICZNE A FILOZOFIA BIOLOGII

1. WPROWADZENIE

Rozwój nauki współczesnej, wielkie odkrycia i rewolucje naukowe są wynikiem zarówno stosowania nowoczesnej aparatury badawczej jak przede wszystkim dziełem naukowców, ludzi o wielkiej indywidualności i talencie. Badanie naukowe jest bowiem w pierwszym rzędzie sztuką, kunsztem, w którym poza stosowaniem właściwych danej nauce metod ogromną rolę odgrywa wyobraźnia, intuicja i inwencja [1]. Jednakże indywidualny czy zespołowy trud zdobywania nowych prawd, wydzierania tajemnic przyrodzie i odkrywania praw nią rządzących nie jest w swych wynikach końcowych obojętny szerokiemu ogółowi ludzi myślących.

Tak jest również na terenie nauk biologicznych. Nie ma potrzeby uzasadniać, że takie problemy jak istota, geneza i ewolucja życia organicznego czy miejsce człowieka w przyrodzie, nie stanowią własności zarezerwowanej dla nielicznego i ściśle zamkniętego grona wtajemniczonych. Przeciwnie, każda próba, każda nowa odpowiedź na pytanie o tajemnicę życia i przyczyny jego rozwoju czy o pochodzenie człowieka i jego przyszłość biologiczną interesuje obecnie w sposób szczególny każdego z nas i podobnie jak zagadnienia początków, skończoności czy nieskończoności przestrzennej wszechświata [2], zdają się w dużej mierze wyznaczać sens lub bezsens ludzkiej egzystencji.

Uwagi poniższe nie pretendują ani do miana wyczerpujących analiz, ani tym bardziej do próby rozwiązania któregokolwiek ze wskazanych problemów, mających w swych dalszych konsekwencjach już charakter filozoficzno-światopoglądowy. Wszak ambicje teoretyka i filozofa biologii są o wiele skromniejsze.

---

[1] W. Beveridge, *Sztuka badań naukowych*, tłum. z ang. L. Żebrowski, Warszawa 1963, s. 6.

[2] K. Rudnicki, *Zagadnienie rozstrzygalności hipotez kosmologicznych w świetle możliwości współczesnych obserwacji astronomicznych*, „Studia Filozoficzne" 1965, nr 2 (41), s. 195—196.

Chodzi o rzecz zgoła podstawową i na pierwszy rzut oka bardzo prostą, choć mającą zasadnicze znaczenie teoretyczne, a mianowicie: do jakiej dziedziny poznania zaliczyć należy wymienione i inne, związane z nimi, problemy? Innymi słowy, chodzi o pytanie, co od strony teoriopoznawczej i metodologicznej decyduje o charakterze i typie poznawczym danego problemu i jego rozwiązań. Czy zasadnicze problemy związane z poznaniem świata żywego mogą być badane w sposób formalnie poprawny, tzn. w zależności od stosowania właściwych sobie metod, wyłącznie przez różne dyscypliny biologiczne czy też niektóre z nich, lub przynajmniej niektóre ich aspekty, należą już do dziedziny filozofii?

Próba odpowiedzi na postawione pytania, oparta o istniejące już usiłowania tego typu, będzie, przynajmniej w niektórych punktach, od nich różna i jak każda próba wyodrębnienia problemów „granicznych" może okazać się dyskusyjna.

Zespół istotnie ważnych problemów „ogólnobiologicznych" nazywany bywa najczęściej, nie zawsze w sposób właściwy, filozoficznymi zagadnieniami biologii [3]. Nietrudno zauważyć, że w zakres tej nazwy zbiorczej włączane są różne pod względem metodologicznym problemy. Jedne z nich dotyczą logicznej analizy metod, wartości poznawczej, podstawowych założeń czy konsekwencji danych twierdzeń biologicznych, inne wyrastają w sposób ścisły lub tylko luźno wiążą się z wynikami, hipotezami i teoriami poszczególnych gałęzi wiedzy biologicznej. Konkretne przykłady, rozpatrywane w świetle zasad metodologii i szczegółowej teorii wiedzy (epistemologii), pozwolą wskazać bądź jednoznacznie, bądź w przybliżeniu na przynależność danego problemu do dziedzin: biologii ogólnej, biologii teoretycznej, filozofii biologii, filozofii przyrody ożywionej. Ta ostatnia nie będzie tu uwzględniana.

Celem pośrednim tych rozważań we wskazanym zakresie będzie określenie, choćby w przybliżeniu, przedmiotu wymienionych dyscyplin, co wydaje się palącą niemal koniecznością ze względu na istnienie ogromnego zamieszania pojęciowego w tej dziedzinie.

W toku rozważań poruszone zostaną sprawy następujące: 2. Charakterystyka i podział nauk biologicznych, w tym: próby adekwatnego podziału nauk biologicznych i ich ocena (2.1), specyfika przedmiotu i metody tych nauk (2.2), problem tzw. biologii ogólnej (2.3), określenie przedmiotu i zadań biologii teoretycznej (2.4)

---

3 Np. *Filosofické problémy moderní biologie* (red. J. Kamarýt), Praha 1963; *Filosofické problémy moderní biologie* (red. E. Filová), Bratislava 1964; *Filozoficzne zagadnienia biologii*, pod red. A. Bednarczyka *(Główne zagadnienia filozofii*, III), Warszawa 1966; *Philosophical problems in biology*, ed. by V. E. Smith (St. John's University Philosophical Series no. 5), New York 1966; *Fiłosofskie problemy sowremennoj biołogii* (red. A. Mamzin), Moskwa — Leningrad 1966.

i jej zasadniczych działów (2.5). Punkt 3. pojęcie i działy filozofii biologii zawierać będzie: ogólną charakterystykę przedmiotu filozofii biologii (3.1), zarys problematyki metodologicznej (3.2) i epistemologiczno-przedmiotowej (3.3) oraz omówienie stosunku filozofii biologii do nauk biologicznych (3.4). W zakończeniu dokona się ogólnego spojrzenia na znaczenie i rolę filozofii biologii.

2. CHARAKTERYSTYKA I PODZIAŁ NAUK BIOLOGICZNYCH

W piśmiennictwie biologicznym ostatniego dziesięciolecia poczesne miejsce zajmowały dyskusje wokół zagadnień związanych ze statusem nauk biologicznych, ich klasyfikacją oraz ustaleniem stosunku szczegółowych gałęzi biologii do siebie wzajemnie oraz do filozofii. W wyniku tych dyskusji wytworzyło się bodaj większe zamieszanie, a na jakieś rozstrzygnięcia definitywne trzeba jeszcze długo poczekać. Sprawa komplikuje się głównie ze względu na wciąż wzmagający się proces różnicowania i emancypacji coraz to nowych nauk biologicznych.

2.1. W tych warunkach tradycyjne podziały nauk biologicznych nie mogą dziś mieć w pełni zastosowania. Niewystarczający okazuje się podział zarówno ze względu na przynależność systematyczną organizmów (zoologia, botanika i ich poddziały) jak i ze względu na akcentowanie bądź samej struktury (nauki morfologiczne), bądź funkcji (nauki fizjologiczne) organizmów.

Na uwagę zasługuje próba podziału nauk biologicznych w oparciu o metody badania organizmów żywych, wysunięta przez Grębeckiego[4]. Proponuje on podział na biologię osobników i biologię gatunków. Biologia o s o b n i k ó w w zależności od aspektu strukturalnego (nauki morfologiczne) lub funkcjonalnego (nauki fizjologiczne) obejmowałaby zarówno przebieg i czynniki kształtowania się organizmu (embriologia opisowa i mechanika rozwoju; genetyka formalna i fizjologiczna), jak i organizm już ukształtowany. W tym ostatnim w zależności od poziomu strukturalnego cząsteczkowego, komórkowego, tkankowego, organizmalnego, uwzględniając wymienione dwa aspekty, mielibyśmy: biochemię (statyczną, dynamiczną), cytomorfologię i cytofizjologię, histologię opisową i histofizjologię oraz anatomię układów i narządów i fizjologię układów i narządów. Biologia g a t u n k ó w traktowałaby o gatunku w środowisku (ekologia), w przestrzeni (biogeografia), w czasie (ewolucjonizm) i w stosunku do innych gatunków (systematyka).

---

[4] A. Grębecki, *Biologia*, w: *Encyklopedia Przyroda i technika. Zagadnienia wiedzy współczesnej*, Warszawa 1963, s. 142—144.

Powyższy podział nauk biologicznych, obok godnych uwagi elementów nowych w porównaniu z ujęciami wcześniejszymi, wykazuje jednak pewne niedomogi. Grębecki zresztą jest świadomy tego, że „trudność poprawnej klasyfikacji wynika z konieczności jednoczesnego sprostania wymogom formalnym i realnym, jakie stawia przed nami to zadanie. Z formalnego punktu widzenia klasyfikacja musi być poprawna logicznie, tzn. musi obejmować całokształt zagadnienia, jej działy nie powinny zachodzić na siebie, przy tym należy ją przeprowadzić według jakichś konsekwentnych kryteriów. Co się zaś tyczy wymogów realnych, należy się liczyć z istnieniem w naukach biologicznych samodzielnych specjalności, nie można więc wyodrębniać dyscyplin szczegółowych inaczej, niż wyodrębniły się one w rzeczywistości, ani też ad hoc tworzyć nauk dla wypełnienia luk w niezręcznie ułożonej klasyfikacji" [5].

Przedstawiony podział w intencji autora dotyczyć ma jedynie biologii teoretycznej, z pominięciem zagadnień biologii stosowanej. Nawet przy takim ograniczeniu zakresu nauk biologicznych jedynie do tzw. teoretycznych „zagubiły się" po drodze takie nauki, jak biologia ogólna czy biofizyka. W szczególności ta ostatnia jako nauka par excellence „teoretyczna", zdaniem Commonera, gwarantuje zachowanie „integralności biologii" [6] przez właściwe stosowanie metod matematyki, fizyki i chemii do rozwiązywania problemów życia. Jej więc przypisać należy szczególne miejsce wśród nauk biologicznych.

Nieco inaczej nauki biologiczne dzielą Klir i Valach [7]. Biologia ogólna, traktująca o zjawiskach wspólnych wszystkim systemom żywym, podporządkowuje sobie dziedziny specjalne: botanikę, zoologię i antropologię, każda zaś z nich może mieć charakter systematyczny, strukturalny, ewolucyjny. Biologia ewolucyjna obejmuje ontogenezę, genetykę, filogenezę i paleontologię. Strukturalne nauki biologiczne, badające systemy żywe z punktu widzenia ich struktury i funkcji, dzielą się na anatomię (morfologię) i fizjologię. Ta ostatnia, zajmująca się relacjami pomiędzy strukturą i zachowaniem, dzieli się na chemię fizjologiczną, cytologię, histologię, fizjologię organów — w zależności od poziomu organizacyjnego, na którym znajduje się dany organizm lub badany układ czy element składowy organizmu. Do tego rozgałęzionego podziału dołączono w sposób dość sztuczny biologię teoretyczną, przeciwstawioną praktycznej i klinicznej. Nie dość wyraźnie wskazano na podstawę odróżnienia biologii „specjalnej" (szczegółowej) od

---

5 Tamże, s. 143.

6 B. Commoner, *In defense of biology*, „Science" 133 (1961), s. 1745—48.

7 J. Klir, M. Valach, *Cybernetic modelling*, London — Prague 1967, s. 206—208.

ogólnej, oraz tej ostatniej od biologii teoretycznej, którą, co dziwniejsze, dzieli się na normalną i patologiczną. Nie jest również jasne, w jakim sensie i w jaki sposób poszczególne gałęzie biologii podporządkowane są biologii ogólnej, oraz gdzie w tej siatce nauk biologicznych umieścić biofizykę.

Niespełnianie się w tych przykładowo wybranych próbach klasyfikacji nauk biologicznych dwóch podstawowych warunków poprawności podziału logicznego:

a. adekwatności — $A = A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup \ldots \cup A_s$ — całość jest równa sumie mnogościowej wszystkich części danego podziału,
b. rozłączności — $A_i \cap A_j = \emptyset$ dla $i \neq j$ — każdy z dwóch różnych członów podziału ma część wspólną pustą (iloczyn mnogościowy pusty),

zdaje się wynikać zarówno ze wspomnianej daleko posuniętej specjalizacji tych nauk, jak też z oczywistego faktu ich wzajemnego przenikania i wspomagania się [8]. Należałoby, być może, uwzględnić inną jeszcze podstawę podziału nauk biologicznych lub dodatkowe elementy do już przyjętej.

2.2. Przedmiotem badania w naukach biologicznych — bez względu na sposób ich podziału — są organizmy żywe, określane jako złożone systemy (układy) otwarte (czy względnie odizolowane) będące zintegrowanymi całościami, zorganizowanymi przestrzennie i czasowo na różnych poziomach strukturalnych. Systemy żywe, złożone z różnorodnych i podatnych na zmiany elementów oddziaływujących na siebie wzajemnie, wykazują wysoki stopień integracji i harmonijnego funkcjonowania, reagowania całościowo na bodźce zewnętrzne [9]. Organizm stanowi indywiduum, jedną czynnościową całość, współdziałającą z otoczeniem, zdolną do samodzielnego życia i rozwoju, a jej części składowe są podporządkowane i dostosowane do potrzeb i zadań tej całości. Organizm żywy jako całość strukturalno-funkcjonalna jest złożonym, uorganizowanym układem substancji organicznych, będących substratem prawidłowo przebiegających procesów przemiany materii i energii oraz uzewnętrzniających się czynności życiowych [10].

Stąd nie dziwi nas, że ogromna złożoność i skomplikowany charakter zjawisk życiowych jako przedmiotu nauk biologicznych stwarza problemy nieznane w innych naukach. Tu także tkwi przyczyna znanego faktu, iż nauki biologiczne nie osiągnęły dotąd

---

8 A. Grębecki, art. cyt., s. 144.

9 H. P. Volvekamp, *The concept of the organism as an integrated whole*, „Dialectica" 20 (1966) f. 2, s. 196—214.

10 Sz. W. Ślaga, *Charakterystyka koncepcji organizmalnej*, „Roczniki Filozoficzne", XVI (1968), z. 3, s. 117; por. L. von Bertalanffy, *Problems of life. An evaluation of modern biological and scientific thought*, New York 1960, s. 13, 109.

poziomu nauki ilościowej, nie wypracowały w sposób dostateczny własnego systemu pojęć i metod, stąd daleko im jeszcze do ścisłości widocznej w naukach fizykalnych.

Realna złożoność i różnorodność przyrody żywej stwarza dla biologa poważne trudności już we wstępnym etapie badań, jakim jest gromadzenie i opisowa systematyzacja faktów odnośnie struktury i przebiegu procesów życiowych. Gdyby nawet którąś z dyscyplin biologicznych uznać za naukę czysto opisową, to i wówczas nie wystarczyłoby samo zebranie danych faktycznych. Już sam proces gromadzenia faktów dokonuje się w oparciu o jakieś założenia uprzednie, wskazania o charakterze logicznym czy jakąś teorię. Dane faktyczne służyć mają za podstawę do tworzenia pojęć ogólnych, zespołu twierdzeń powiązanych logicznie, hipotez i praw biologicznych. Na tej podstawie dokonuje się dalszych uogólnień i wyciąga wnioski, których prawdziwość można potwierdzić doświadczalnie. Wnioski wysnute z hipotezy i sprawdzone powinny służyć przewidywaniu nowych zjawisk lub powiązań wzajemnych zjawisk już znanych. Ponadto biologia, jak każda inna nauka przyrodnicza, aby móc wyjaśnić nowoodkryte fakty i powiązać je w całość, tworzy i posługuje się teoriami, które również w swych dalszych konsekwencjach muszą być sprawdzalne. Stąd każda właściwie teoria swój początek bierze z danych faktycznych i do nich potem powraca.

Ze względu na wskazaną wyżej złożoność przedmiotu badań nauki biologiczne stosują różnorodne metody, zarówno wspólne naukom przyrodniczym (obserwacja, eksperyment, opis klasyfikacyjny itd.), typowo biologiczne, np. ewolucyjna, porównawcza, jak też zaczerpnięte z innych nauk np. metody statystyczne, fizykochemiczne, logiczne itp. O tym traktuje metodologia nauk biologicznych (por. 3.2).

Do rozwoju nauk biologicznych, jaki obserwuje się obecnie, przyczyniło się zarówno stosowanie nowych metod badawczych, jak i modyfikacja metod tradycyjnych, w tym także zmiana samego sposobu eksperymentowania (technizacja eksperymentu). Przy tym największe osiągnięcia ostatnich lat dokonane zostały na styku różnych nauk, głównie na poziomie molekularnych podstaw życia i w dziedzinie teorii homeostatów dzięki zastosowaniu metod cybernetyczno-matematycznych [11]. Stosując matematyczną aparaturę pojęciową konstruuje się różnego typu modele i konstrukty teoretyczne, imitujące i opisujące realną złożoność przyrody żywej. Same jednak opisy tego typu nie wystarczają, nie mogą być oderwane od analizy jakościowej obiektów żywych i ich zachowania się.

---

[11] I. T. Frołow, *O nowych putjach i metodach poznanija żizni*, „Priroda" 8 (1966), s. 2—7.

Z metodologicznego punktu widzenia Frołow[12] proponuje wyodrębnienie w poznaniu biologicznym:

a. systemu ogólnych, teoretycznych zasad badania układów żywych (zasad całościowości, systemowości, celowości, determinizmu biologicznego);
b. systemu metod częściowych — cząstkowych (porównawcza, historyczna, eksperymentalna, modelowanie) i metod specjalnych (biochemiczne, genetyczne);
c. logicznych form poznania jako bądź samodzielnych metod, bądź form logicznych konkretnych metod.

W ostatnich latach szczególnie pierwszy rodzaj metod, poza logiczno-matematycznymi, a mianowicie podejście całościowo-systemowe zyskuje coraz bardziej prawo obywatelstwa w naukach biologicznych. Samo pojęcie organizmu jako zintegrowanej całości pociąga za sobą konieczność całościowego podejścia poznawczego, będącego przeciwstawieniem analityczno-merystycznej metody badania zjawisk życiowych. Zdaniem jednego z twórców tej metody oraz ogólnej teorii systemów, L. von Bertalanffy'ego, nauka współczesna przeszła już etap analitycznego badania wyodrębnionych aspektów przedmiotów i zjawisk, zajmując się poznaniem złożonych, systemowych tworów przyrody[13], a poznanie takie wyrażane jest za pomocą formuł logiczno-matematycznych.

W ten sposób nauki biologiczne, stosując różnorodne metody badania, ilościowe, jakościowe, logiczno-matematyczne i analizę całościową, wychodzą stopniowo ze stanu nauk czysto opisowych i wykazują realne szanse dorównania fizyce pod względem precyzji pojęć, jako dyscypliny teoretyczne w pełnym tego słowa znaczeniu.

2.3. Przed rozpatrzeniem ogólnych założeń, przedmiotu i działów biologii teoretycznej i jej stosunku do filozofii biologii konieczne wydaje się zwrócenie uwagi na status metodologiczny tzw. biologii ogólnej. Sprawa jest właściwie dość skomplikowana i wymagająca odrębnego opracowania.

Cytowany już Grębecki w sposób zdecydowany twierdzi, że biologia ogólna jako samodzielna i sprecyzowana dyscyplina naukowa obecnie właściwie nie istnieje, że została stopniowo rozparcelowana przez rozwijające się gałęzie specjalistyczne i dlatego to, co pozostało jeszcze z tradycyjnej biologii ogólnej, nie zasługuje na

---

12 I. T. Frołow, *Fiłosofija i biołogia*, „Woprosy Fiłosofii" 8 (1967), s. 109—120; por. tegoż autora *Oczerki metodołogii biołogiczeskogo issledowanija (sistema metodow biołogii)*, Moskwa 1965.

13 L. von Bertalanffy, *An outline of general system theory*, „Brit. Journ. Philos. of Science", I (1950), s. 140.

miano nauki a co najwyżej przedmiotu nauczania, rozumianego jako propedeutyczne potraktowanie wszystkich gałęzi biologii. Czy takie twierdzenie jest słuszne?

Wszechstronna argumentacja za i przeciw istnieniu biologii ogólnej zdaje się wskazywać na możliwość przyjęcia nieco innego, niż powyższe rozwiązanie. Należy przyznać, że rzeczywiście ani w Polsce ani np. w krajach anglosaskich, gdzie stwierdza się dosłownie zalew podręczników tzw. „general biology", nie ma bodaj ani jednej pracy spełniającej wymogi metodologiczne stawiane tego typu publikacjom. Równie wielkie „rozczarowanie metodologiczne" przeżywa czytelnik w trakcie lektury Strausbaugha i Weimara *General Biology*, M. Hartmanna *Allgemeine Biologie*, jak i *Biologii* Villee'go, czy *Biologii ogólnej* St. Skowrona, bowiem, poza tzw. ogólną charakterystyką istot żywych i ich ewolucji, znajduje w nich w popularny najczęściej sposób podane wiadomości z anatomii, fizjologii, embriologii, genetyki, czasem z systematyki itp. Inna sprawa, że taki, mniej lub bardziej uporządkowany zbiór wiadomości z różnych dziedzin biologii, przy dzisiejszym jej rozwoju, oddaje nieocenione usługi informacyjne dla początkujących[14]. Nie może jednak rościć sobie pretensji do naukowości ani w sensie indukcyjno-empirycznym, ani teoretyczno-dedukcyjnym, o wartości heurystycznej, ponieważ taki charakter wykazują już te szczegółowe dyscypliny biologiczne, na których bazuje tak pojęta biologia ogólna.

Swego czasu prof. Michajłow poświęcił interesującej nas sprawie szereg artykułów na łamach „Kosmosu". Zdaniem tego autora biologia ogólna nie może być ani jednostką dydaktyczną, ani kompendium o charakterze informacyjno-encyklopedycznym poświęconym naukom biologicznym jako całości[15]. W związku z przełożoną na język polski *Biologią* Villee'go Michajłow stwierdza, że biologia ogólna traci zupełnie swój sens, gdy jest rozumiana tradycyjnie jako bądź wstęp do botaniki i zoologii, bądź zestaw wszystkich wiadomości nie mieszczących się w szczegółowych naukach biologicznych[16].

Ponieważ jednak poszczególne dyscypliny biologiczne, mniej lub bardziej autonomiczne w zakresie swych badań, nie obejmują

---

14 Przykładem pracy przeznaczonej z założenia jako pomoc w nauczaniu biologii jest podręcznik St. Skowrona *Biologia ogólna*, Warszawa 1965.

15 Wł. Michajłow, *W sprawie przedmiotu i zakresu biologii ogólnej*, „Kosmos" A, IX 1960), nr 3, s. 339.

16 Wł. Michajłow, *O metodologicznych problemach współczesnej biologii*, „Kosmos" A, XI 1962), nr 1, s. 38; por. sprawozdanie z dyskusji nad tezami prof. Michajłowa, przedstawionymi w tym artykule: H. Dominas, *Przekonywające argumenty na rzecz nowych funkcji metodologii biologicznej*, „Kosmos" A, XI (1962), nr 4, s. 413—420.

szerszych problemów, w dalszym ciągu z koniecznością narzuca się pytanie o możliwość istnienia biologii ogólnej. Michajłow widzi potrzebę takiej nauki nie jako syntezy aktualnego stanu wiedzy biologicznej, lecz jako odrębnej nauki przyrodniczej, opartej na nowych założeniach metodologicznych, mającej swój przedmiot, metody i zakres badań oraz swój logiczny układ wewnętrzny. Tak pojętą biologię ogólną określa jako „naukę zmierzającą do uchwycenia i opisu praw rządzących formą ruchu materii, którą nazywamy życiem" [17]. Zgodnie z powyższym, zadaniem tej nauki byłoby wykrywanie i formułowanie podstawowych praw o początkach zjawisk życiowych i ich historycznym rozwoju. Jeszcze dobitniej wyraża to w artykule „Biologia" (*Wielka Encyklopedia Powszechna* PWN, I, s. 807): „Jeśli się przyjmie, że życie jest swoistą formą ruchu materii (w sensie filozoficznym), to biologię można określić jako ogólną naukę o powstaniu i rozwoju życia na Ziemi".

Uważnemu czytelnikowi przytoczonych wypowiedzi narzuca się wątpliwość, czy ograniczenie biologii ogólnej do badań genezy i ewolucji życia nie jest zbyt dużym zacieśnieniem zakresu tej nauki. W wypowiedziach tych, zdaniem piszącego, mieści się implicite nader trafna intuicja wyodrębnienia w sposób bardziej precyzyjny przedmiotu biologii ogólnej od innych dyscyplin biologicznych. Mianowicie, badanie genezy i ewolucji życia uczyniono przedmiotem biologii ogólnej z pewnością nie z braku odpowiedniej nazwy wspólnej dla tego typu dociekań, ale przez fakt, że rozwój ewolucyjny jest powszechną właściwością, wspólną dla wszystkich bez wyjątku istot żywych. Wobec tego, jeżeli to rozumowanie jest poprawne, należałoby szukać innych jeszcze właściwości przysługujących każdemu i tylko organizmowi żywemu i taki, choćby minimalny zespół cech wspólnych byłby przedmiotem badań empiryczno-teoretycznych w ramach biologii ogólnej. Nie pokrywałby się z przedmiotem innych nauk biologicznych badających konkretne cechy czy zespoły cech struktury i funkcji organizmu. Jak wiadomo, im szerszy zakres jakiejś nazwy, a z tym i zbioru wszystkich jej desygnatów, tym uboższa ich treść wspólna i dlatego w naszym wypadku treść charakterystyczna lub choćby tylko konstytutywna biologii ogólnej przy określonym jej zakresie i znaczeniu może zawierać stosunkowo niewielki zbiór cech. Nie będzie on jednak ograniczony jedynie do cechy „ewolucyjności" organizmów.

Ostatnie twierdzenie uzasadnić można w inny jeszcze sposób, interpretując w dalszym ciągu sformułowania Michajłowa. Określenie życia bądź to w sensie filozoficznym jako swoistej formy ru-

---

17 Wł. Michajłow, *W sprawie przedmiotu i zakresu biologii ogólnej*, s. 340.

chu materii, bądź w jakiś inny sposób [18] zakłada uprzednio w stosunku do cechy ewolucyjności znajomość innych, bardziej podstawowych właściwości wspólnych wszystkim organizmom. Tych właściwości jako wspólnych nie badają ex professo szczegółowe nauki biologiczne przez wzgląd na swe cząstkowe i specyficzne metody i dlatego winny one znaleźć się w zakresie badań biologii ogólnej. Zanim bowiem rozpocznie się gruntowne badanie w zakresie genezy i ewolucji życia, należałoby wiedzieć, co powstaje i rozwija się, a więc znać choćby w przybliżeniu, czym jest samo życie organiczne. Takie założenie ogólne występuje wyraźnie np. w pracach Oparina [19]. Rzeczą biologa i metodologa nauk biologicznych będzie w przyszłości wyodrębnienie i systematyczne przedstawienie takich wspólnych właściwości jako przedmiotu biologii ogólnej oraz określenie sposobów ich badania.

2.4. Nazwę „biologia teoretyczna" spotyka się stosunkowo często tak w tytułach wielu prac, jak i przy okazji klasyfikacji nauk biologicznych. Przymiotnik „teoretyczna" jako termin wieloznaczny i nieostry wymaga pewnych wyjaśnień. Najłatwiej sens jego uchwycić wówczas, gdy przeciwstawiany jest biologii praktycznej, stosowanej. W innych wypadkach, ze względu na niedostateczne opracowanie metodologiczne tego działu biologii, jesteśmy zdani na intuicję.

W związku z faktem, że każda nauka jest teorią, zbiorem teorii i jako taka w trakcie wykładu ma charakter teoretyczny, dedukcyjny, o biologii teoretycznej możemy mówić w sensie analogicznym. Ogólnie i w przybliżeniu teoretyczną można nazwać taką dyscyplinę biologiczną, która na etapie wykładu stosuje rozumowanie dedukcyjne (wnioskowanie) odkrywcze jako narzędzie dochodzenia do nowych twierdzeń i rozwiązywania problemów. W tym sensie o teoretyczności danej nauki decyduje nie wyprowadzanie nowych twierdzeń z tez hipotetycznych (byłaby to wg Ajdukiewicza dedukcja na niby), lecz z tez pewnych, a więc dedukcja i to mająca walor heurystyczny, będąca wnioskowaniem kierowanym zadaniem bądź dopełnienia [x = F(x)], bądź rozstrzygnięcia (czy). Powiedzmy prościej, jeżeli badacz dochodzi do nowych twierdzeń i odkryć nie w laboratorium, lecz „przy biurku", może to znaczyć, że uprawia biologię teoretyczną. Często jednak praca tego typu idzie w parze z przeprowadzaniem doświadczeń, które mają

18 Por. Sz. W. Ślaga, *Niektóre problemy z zakresu filozofii biologii*, „Studia Philos. Christ.", 4 1968) 1, s. 177—181.

19 A. Oparin, *Les vues modernes sur l'origine de la vie*, „Scientia", A. 54, v. 95 (1960), nr 582, s. 323—326; por. tegoż autora *Žizn, jeje priroda, proischoždienie i razwitie*, wyd. 2, Moskwa 1968.

być sprawdzianem prawdziwości wniosków wynikających z twierdzeń teoretycznych.

Biologia teoretyczna zajmuje miejsce gdzieś na styku pomiędzy matematyką, biologią, chemią i fizyką jako naukami częściowo doświadczalnymi, częściowo dedukcyjnymi.

Taką gałęzią biologii, która w większości swych działów zdaje się spełniać podane wyżej ogólne warunki teoretyczności, jest biofizyka, usiłująca badać właściwości systemu żywych i formułować wyniki w terminach fizyki i matematyki. Biofizyka rozumiana jako a) nauka o fizycznych cechach organizmu, b) dział biochemii posługujący się fizykalnymi metodami badania, c) nauka zajmująca się oddziaływaniem czynników fizycznych na organizm [20], nie pretenduje bynajmniej do roli nauki mającej wyjaśnić w pełni wszystkie zjawiska życiowe. Usiłuje raczej w sposób matematyczny interpretować wyniki doświadczeń w dziedzinie badania fizykochemicznych właściwości ustrojów żywych.

2.5. Zdaniem Harolda J. Morowitza biologia teoretyczna wychodząca z fenomenologicznych obserwacji systemów żywych i analizująca w aspekcie fizycznym ich strukturę i funkcje, obejmuje teorię systemów, zastosowania komputerów, biologię matematyczną i zastosowania fizyki teoretycznej w biologii [21].

Nawiązując do podanej (2.2) charakterystyki ogólnej przedmiotu i metody badań biologicznych dostrzegamy, iż ujmowanie istot żywych w ramach teorii całościowości i systemowości, a więc jako czasoprzestrzennie uporządkowanych całości o charakterze dynamicznym i hierarchicznym, jest ściśle skorelowane z rozwojem teorii informacji, cybernetyki, teorii gier, analizy czynnikowej, teorii maszyn liczących i samosterujących. Pozwala to w oparciu o dostrzeżone analogie na konstruowanie modeli teoretycznych odzwierciedlających ogólne związki funkcjonalne na różnych poziomach organizacji materii: cząsteczkowym, komórkowym, organizmalnym, gatunkowym. Podejście systemowe wespół z innymi nowymi metodami badania umożliwia rozpatrywanie w innym świetle organizacji i zarządzania jako ogólnych właściwości żywego ustroju w jego całości. Otwiera realne możliwości ilościowej i jakościowej analizy organizacji biologicznej, jej sformalizowanego opisu i wyrażania w jednostkach informacji.

Biologia matematyczna, rozwijana od dawna w pracach A. Lotki i N. Rashevsky'ego, w swym ogólnym podejściu polega na „formalnym ustaleniu pewnej liczby postulatów dotyczących danej sy-

20 K. Bogdański, *Biofizykalne aspekty filozofii Teilharda de Chardin*, „Życie i Myśl" 19 (1969) 1, s. 106.

21 H. J. Morowitz, *Biophysics*, w: *The Encyclopedia of the biological sciences*, ed. by P. Grey, New York — London 1961, s. 154—155.

tuacji biologicznej, w terminologii matematycznej i stosowaniu techniki matematycznej do wyprowadzenia konsekwencji z tych postulatów i porównania ich z danymi obserwacji" [22]. Biologia matematyczna konstruuje teorie mające wyjaśniać różne zjawiska życiowe, oraz ustalać ogólne zasady matematyczne w biologii [23]. Pierwszy ze wskazanych aspektów obejmuje m. in. matematyczne teorie procesów dyfuzji metabolitów i innych substancji w zależności od stopnia koncentracji cząstek, badanie ilościowe wzrostu komórki, lekkości i napięcia powierzchniowego plazmy, pobudliwości i przewodzenia systemu nerwowego, mechanizmu wzrokowego, reakcje na bodźce, trawienie, wydalanie, asymilacja itp., drugi — problem form organicznych jedno- i wielokomórkowych, zasadę epimorfizmu biologicznego, opisu zbioru podstawowych właściwości biologicznych przy znajomości niektórych relacji itp.

Biologia matematyczna, jak z tego wynika, rozwija się w wielu kierunkach jako biometria, statystyka matematyczna, zastosowania w biologii rachunku prawdopodobieństwa, teorii informacji i rachunku logicznego. Wszystko to dowodzi faktu trwałej i wielce korzystnej ingerencji w dziedzinę biologii matematycznego sposobu myślenia.

Inny, szeroko rozbudowany dział biologii teoretycznej, to zastosowania fizyki teoretycznej do rozwiązywania problemów biologicznych. W szczególności wiele odkryć biologia zawdzięcza zastosowaniu kinetyki, termodynamiki, mechaniki statystycznej i kwantowej, teorii pola i innych dziedzin fizyki o charakterze formalnym [24]. Nauki te przyczyniły się wydatnie do poznania wielu zjawisk życiowych i mechanizmu ich przebiegu. Wystarczy tytułem przykładu wskazać na swoistość i kinetykę fermentów, działania enzymatyczne, foto- i chemosyntezę, biologiczne układy oksydoredukcyjne, proces regulacji temperatury, energetykę przemiany materii i in. [25]. Dzięki badaniom Prigogine'a i Wiame'a w zakresie termodynamiki procesów nieodwracalnych stwierdzono możliwość

---

22 Tamże, s. 154; por. N. Rashevsky, *Models and mathematical principles in biology*, w: *Theoretical and mathematical biology*, ed. by T. Waterman, H. Morowitz, New York 1965, tłum. ros. Moskwa 1968, s. 48—65; *Mathematical problems in the biological sciences*, ed. by R. Bellman, Providence 1962; *Matematiczeskoje modelirowanie żiznennych procesow*, Moskwa 1968.

23 N. Rashevsky, *Mathematical biology*, w: *The Encyclopedia of the biological sciences*, s. 601; por. tenże, *Mathematical biophysics, physicochemical foundations of biology*, New York 1960.

24 H. J. Morowitz, art. cyt., s. 155.

25 Por. W. Bladergroen, *Wstęp do energetyki i kinetyki procesów biologicznych*, przekł. z niem. pod red. W. Mozołowskiego, Warszawa 1957, zob. też W. Beier, *Biophysik. Eine Einführung in die physikalische Betrachtungsweise der Eigenschaften und Funktionen lebender Systeme*, Leipzig 1962, 2 wyd.; tenże, *Einführung in die theoretische Biophysik*, Stuttgart 1969.

stosowania — przy przyjęciu pewnych warunków — praw termodynamiki do biologicznych systemów otwartych, co z kolei pozwoliło wyjaśnić problem entropii i wzrostu swobodnej energii tych systemów [26].

Ta szkicowa charakterystyka prowadzi do stwierdzenia, że biologia teoretyczna przez zastosowanie tak szerokiego wachlarza metod i sposobów podejścia, własnych i zapożyczonych z dziedzin z nią graniczących pełni rolę wiodącą i jednoczącą różne nauki biologiczne [27]. Dzięki jej formalnemu (choć nie wyłącznie) charakterowi wytycza nowe tereny badania i wskazuje różnorakie sposoby rozwiązywania zagadnień związanych ze strukturą i mechanizmem procesów życiowych organizmu.

3. POJĘCIE I DZIAŁY FILOZOFII BIOLOGII

Naszkicowany wyżej ogólny obraz nauk biologicznych wraz z ich wzajemnymi uzależnieniami i różnorodnością sposobów badania nie wyczerpuje, rzecz jasna, całej problematyki związanej z poznaniem świata istot żywych. Żadna z omówionych dyscyplin biologicznych nie zajmuje się np. analizą i teorią stosowanych metod badania, ani właściwymi sobie zasadami teoriopoznawczymi, ani też nie dąży do stworzenia zbyt daleko idących syntez i uogólnień, nie znajdujących z zasady lub przynajmniej aktualnie, bezpośredniego potwierdzenia w doświadczeniu. Tego typu problematykę podejmuje odrębna dyscyplina naukowa — filozofia biologii.

3.1. Filozofia biologii należy do dziedziny filozofii przyrodoznawstwa, która z kolei jest częścią filozofii nauk. Ta ostatnia, należąca do grupy nauk o nauce [28], nazywana czasem teorią nauki, pojmowana jest najczęściej łącznie jako „filozoficzne rozważania teoriopoznawcze o nauce" (epistemologia), jako analiza pojęć, przedmiotu i zadań nauki, metodologia nauk i wreszcie jako filozoficzne interpretacje podstawowych założeń i wyników nauki [29]. Według Gaweckiego filozofia przyrodoznawstwa, w skład której wchodzi

26 J. Prigogine, *An introduction to thermodynamics of irreversible processes*, Springfield 1965; J. Prigogine, J. W. Wiame, *Biologie et thermodynamique des phénomènes irreversibles*, „Experientia" 11 (1946), s. 451.

27 F. L. Horsfall, Jr., *On the unity of the sciences*, „Sciences" 133 (1961) s. 1059—1060.

28 Do zapoczątkowania i rozwoju teorii wiedzy (nauki o nauce) przyczynili się m. in.: H. Struve, F. Krupiński, F. Znaniecki, St. i M. Ossowscy, T. Kotarbiński, B. Gawecki, K. Ajdukiewicz, St. Kamiński.

29 St. Kamiński, *Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, Lublin 1961, s. 54—56; por. tegoż autora *O naukach, których przedmiotem jest nauka*, „Zeszyty Naukowe KUL", IV (1961), nr 1, s. 77—84.

filozofia biologii, jest częścią epistemologii szczegółowej, która poddaje analizie i krytyce założenia, najczęściej milcząco przyjmowane, oraz pojęcia i metody badań poszczególnych nauk czy ich grup [30]. Stanowisko Gaweckiego zdaje się być zbyt minimalistyczne, zacieśnia bowiem przedmiot badania filozofii biologii (a także innych działów filozofii nauki) do zakresu analiz logiczno-metodologicznych biologii. Wszelkie zaś tzw. wielkie uogólnienia oraz koncepcje bardzo luźno związane z danymi doświadczenia zalicza do filozofii przyrody lub ontologii, którym odmawia charakteru naukowości. Jednak wydaje się rzeczą konieczną, aby poza tego typu analizami do osnowy filozofii biologii włączyć czwarty z wyróżnionych przez Kamińskiego [31] desygnat terminu filozofia nauki, a mianowicie filozoficzne rozważania związane z ogólnymi problemami leżącymi u podstaw nauk biologicznych i analizy najogólniejszych wyników, „ostatecznych" rezultatów tych nauk. Te ostatnie bowiem, przynajmniej w takim ujęciu, które nie przyznaje absolutnej odrębności filozofii w stosunku do nauk przyrodniczych, nie mogą być analizowane w żadnej z omówionych przez nas dyscyplin biologicznych.

Stąd, biorąc pod uwagę dotychczasowe, nieliczne zresztą, próby nakreślenia ogólnego programu filozofii biologii, nazywanej czasem „filozofią biologiczną", biologią filozoficzną [32] lub filozofią organizmu [33], rysują się dwa główne działy tej nauki. Pierwszy obejmuje różnego typu analizy metodologiczne wraz z logiką nauk biologicznych i teorią poznania biologicznego, drugi — analizy dotyczące zasad przedmiotowych nauk biologicznych i ostatecznych wyników tych nauk. Jest rzeczą oczywistą, że analizy logiczno-metodologiczne splatają się ściśle z analizami epistemologiczno-przedmiotowymi i warunkują wzajemnie, stąd właśnie podstawa do łączenia obydwu tych działów w jedną dyscyplinę — filozofię biologii, która w swym typie epistemologicznym różni się zarówno od nauk biologicznych, jak i od ściśle rozumianej ontologii. Sama zaś kolejność podejmowania problematyki nie ma tu większego znaczenia. Spróbujmy tu pokrótce scharakteryzować każdy z tych działów.

---

30 B. Gawecki, *Podstawowe zagadnienia filozofii przyrodoznawstwa*, „Życie i Myśl" XIX (1969) 1, s. 23, 26; por. jego *Przygotowanie do filozofii*, Warszawa 1964, s. 134—135.

31 *Pojęcie nauki i klasyfikacja nauk*, s. 54.

32 F. Dagognet, *Philosophie biologique*, Paris 1955; E. Callot, *Philosophie biologique*, Paris 1957; *Philosophy of biology*, ed. by V. E. Smith, New York 1962.

33 F. Grégoire, *Note sur la philosophie de l'organisme*, „Revue Philos. de Louvain", 46 (1948), no. 11, s. 273—334; J. Maritain, *Philosophie de l'organisme. Note sur la fonction de nutrition*, „Revue Thomiste" 43 (1937), s. 267—275; D. Emmet, *Whitehead's philosophy of organism*, London 1966.

3.2. W pierwszym dziale filozofii biologii, nazywanym tu skrótowo analizą logiczno-metodologiczną, chodzi o sprecyzowanie pojęć, wypowiedzi i poczynań w naukach biologicznych oraz sposobów ich uzasadniania. Byłaby to więc „teoria poznania i metodologia nauki o życiu" [34]. Chodzi tu w pierwszym rzędzie o ogólną charakterystykę poznania z zakresu nauk biologicznych, których przedmiotem badania są specyficzne obiekty przyrody. Tylko przy uwzględnieniu tej specyficzności i złożoności przedmiotu oraz współzależności zjawisk życiowych (por. 2.2) można mówić o efektywności poznania biologicznego i jego odrębności od innych nauk przyrodniczych z jednej, a od szeroko rozumianej ontologii z drugiej strony. Nauki biologiczne muszą konstruować swoje pojęcia i teorie przy pomocy własnych zasad, niezależnie od jakiejkolwiek filozofii przyrody, w przeciwnym bowiem razie biolog musiałby posłużyć się innymi metodami i przejść na obcy sobie teren poznawczy. Stąd naczelnym zadaniem filozofii biologii będzie przeanalizowanie kategorii poznania występujących w biologii. W przeciwieństwie do innych dziedzin poznania, specyficzne właściwości systemów żywych wyznaczają różnorodność metod, często także łączne ich stosowanie, co prowadzi do syntetycznego ujęcia i integracji poznania na terenie biologii, a to znów pozwala głębiej zrozumieć i wyjaśnić zjawiska życiowe w ich całościowym charakterze [35].

Zadaniem filozofii biologii jest analiza metod i sposobów poznania w naukach biologicznych zarówno wspólnych dla różnych nauk przyrodniczych, jak też sobie tylko właściwych, np. metody ewolucyjno-historycznej [36], porównawczej. Tu wyjaśnia się istotę, prerogatywy, rolę, granice i użyteczność naukową obserwacji, opisu i systematyzacji faktów, sposobów formułowania praw empirycznych, hipotez i teorii, analizuje się stosunek doświadczenia i teorii, znaczenie eksperymentu w biologii i inne. Wartość i efektywność samej obserwacji procesów życiowych jest w zasadzie ograniczona do zjawisk prostych, nie zmieniających się pod wpływem obserwatora. Uzyskane przez obserwację fakty stają się naukowymi przez opis, systematyzację i klasyfikację [37]. Zdaniem Caspariego biologia posługuje się dwiema metodami zdobywania obserwacji i porządkowania twierdzeń: a) porządkowo-analityczną, prowadzącą poprzez porównanie jednostek lub ich struktur do stwierdzenia

---

34 L. von Bertalanffy, *Theoretische Biologie*, Berlin 1932, Bd I, s. 6.

35 I. T. Frołow, *Oczerki metodołogii biołogiczeskogo issledowanija*, s. 44—47.

36 O metodzie historycznej w biologii i jej stosunku do eksperymentu traktuje J. Málek, *Historická metóda a experiment*, w: *Filosofické problemy súčasnej biológie*, s. 357—404.

37 X. Abelmann, *Die Beobachtung als Forschungsmethode in der Biologie*, w: *Natur und Erkenntnis*, hgn von H. Hörz — A. Löther, Berlin 1964, s. 101—133.

podobieństw i różnic, b) przyczynowo-analityczną, która prowadzi do ustalenia związków przyczynowych na drodze eksperymentu [38]. To dodatkowo potwierdza fakt ścisłego zespolenia eksperymentu z teorią. Stwierdzone w doświadczeniu fakty mają znaczenie naukowe wtedy dopiero, gdy zostaną wyjaśnione, a to najogólniej oznacza, że zostają uszeregowane w pewne związki i przyporządkowane logicznie ogólnym pojęciom i teoriom. Wstępny etap opisowy w biologii oraz ustalenie pewnych zasad umożliwia wyprowadzenie z założeń teoretycznych pewnych sądów w postaci praw empirycznych. Stąd w procesie poznania biologicznego, zwłaszcza w formułowaniu założeń teoretycznych, hipotez, w teoretycznym uogólnianiu wyników badań dokonywane są różnorodne i skomplikowane operacje logiczne. Stosuje się indukcję, dedukcję, analizę, syntezę, aksjomatyzację itp. jako odrębne metody badania lub też metodom stosowanym w biologii nadaje się formę logiczną [39]. Dokonuje się logicznej analizy pojęć biologicznych, ich typologii (Beckner np. wyróżnia trzy specyficznie biologiczne grupy pojęć: politypiczne, historyczne i funkcjonalne [40]), charakterystyki analizy genetycznej, funkcjonalnej, ich stosunków do wyjaśniania teleologicznego, użyteczności wyjaśniania historycznego, modelowego i innych.

3.3. Drugi dział filozofii biologii dotyczy rozważań nad ogólnymi problemami podstawowych założeń występujących w naukach biologicznych i analiz najogólniejszych rezultatów tych nauk w celu uzyskania poprawnego obrazu świata istot żywych. Dział ten ma również doniosłe znaczenie teoretyczne, bowiem „jednostronny musi być obraz nauki kreślony przez logika czy metodologa, jeżeli nie bierze on pod uwagę tego, iż nauka, którą bada ze względu na jej strukturę logiczną i metody w niej stosowane, jest zjawiskiem historycznie kształtowanym i zmiennym..." [41]. Stąd do analiz logiczno-metodologicznych oraz teorii poznania biologicznego dołącza się w filozofii biologii analizę zasad przedmiotowych. Przy głębszej refleksji okazuje się, że pojęcie takich zasad również jest wieloznaczne. W tym aspekcie, w jakim traktują o operacjach poznawczych, sposobach dochodzenia do teorii czy sprawdzania ich kon-

---

38 E. Caspari, *On the conceptual basis of the biological sciences*, w: *Frontiers of sciences and philosophy*, ed. R. Colodny, London 1964, s. 134.

39 I. T. Frołow, *Oczerki...*, s. 209.

40 M. Beckner, *The biological way of thought*, New York 1959, s. 21—31.

41 S. Amsterdamski, Posłowie do książki J. G. Kemeny, *Nauka w oczach filozofa*, tłum. z ang., Warszawa 1967, s. 266. O tym, że filozofia nauki jest produktem określonego kręgu kulturowego i historycznej tradycji filozoficznej, pisze St. Kamiński, *O niektórych uwarunkowaniach współczesnej filozofii nauki*, „Zeszyty Naukowe KUL", IV (1961), nr 3, s. 76.

sekwencji, należą do działu pierwszego. Mówiąc o zasadach przedmiotowych, mamy tu na uwadze z jednej strony (a) realne uwarunkowania, powiązania zjawisk życiowych w świecie istot żywych, z drugiej (b) ogólne wyniki badań eksperymentalnych, przedstawionych w formie praw, hipotez i teorii ogólnobiologicznych, w szczególności zaś takich, które stanowią daleko idące uogólnienia i ekstrapolacje. Do typu (a) zaliczyć można np. problem determinizmu biologicznego, teleologii, prawidłowości przebiegu zjawisk życiowych, zwłaszcza w ich rozwoju ewolucyjnym, problem redukcjonizmu fizykalnego w biologii, mechanicyzmu, witalizmu itp. Do (b) należą przede wszystkim najdalej posunięte uogólnienia i ekstrapolacje, które wprawdzie wiążą się z danymi faktycznymi, ale ten związek jest bardzo luźny i dlatego wykraczają już poza ramy nauk biologicznych. Mówiąc o ekstrapolacjach, mamy na myśli takiego typu uogólnienia i teorie, które ani same, ani wysnute z nich wnioski nie są bezpośrednio sprawdzalne doświadczalnie. Nie chodzi tu o sam proces snucia takich ekstrapolacji, który może i de facto najczęściej jest dziełem samego biologa, lecz o analizę i refleksję filozoficzną nad nimi, ocenę ich przydatności naukowej, o to, czy i o ile przyczyniają się one do inicjowania nowych kierunków i terenów badania [42]. I tak np. w odniesieniu do teorii ewolucji filozofa biologii interesują nie szczegółowe dowody na rzecz przekształcania gatunków, lecz prawa takiego przekształcania. Podobnie w sprawie genezy życia organicznego na ziemi rzeczą biologa jest np. stwierdzenie morfologiczno-anatomicznych prawidłowości występowania antagonizmu krzemu i wapnia u roślin i zwierząt oraz badania nad fizjologią i biochemią krzemu, natomiast próby sformułowania i potwierdzania hipotezy o roli krzemu w ewolucji biochemicznej życia [43] — poprzez rekonstrukcję na podstawie reliktów biochemicznych w organizmach obecnie żyjących — są ekstrapolacjami z zakresu filozofii biologii. Elementy ekstrapolacyjne zauważa się w wielu teoriach biologicznych, także w biochemicznej teorii Oparina, co świadczy z jednej strony o wciąż jeszcze niezadowalającym rozwoju nauk biologicznych, a z drugiej — o tym, że niektórzy z biologów próbują w taki czy inny sposób filozofować. Nie jest to w każdym razie właściwością stosowanych przez biologa metod. Snucie bowiem tak daleko idących uogólnień i hipotez jest już „robotą" filozofa.

Istota problemu nie tkwi zresztą w przydzielaniu kompetencji, boć przecież zdarza się, że uczony jednocześnie jest biologiem i filozofem, lecz w określeniu charakteru danej hipotezy. Biolog

[42] E. Callot, dz. cyt., s. 20—21.

[43] Wł. Sedlak, *Rola krzemu w ewolucji biochemicznej życia* (Komisja Ewolucjonizmu PAN), Warszawa 1967.

poprzez stosowane przez siebie metody dąży do sformułowania takiej hipotezy czy teorii, która pozwoli mu wyjaśnić klasę badanych zjawisk, a wnioski wydedukowane z niej będą aktualnie sprawdzalne (bezpośrednio lub pośrednio) przez porównanie ze zdaniami sprawozdawczymi o faktach [44]. Jeśli biolog konstruuje hipotezy nie wykazujące takich cech, a więc hipotezy niesprawdzalne, opuszcza tym samym narzucony mu przez metody przyrodnicze teren badania, przechodzi na teren poznawczy filozofii biologii. Dokonuje ekstrapolacji wyników swych badań lub tylko swych metod na inne przedmioty czy procesy. W filozofii biologii tego typu hipotezy, nazywane tu ekstrapolacyjnymi, są wnikliwie analizowane od strony teoriopoznawczej i metodologicznej, a często także wprost konstruowane w oparciu o wyniki zaczerpnięte z nauk biologicznych. Często w tym ostatnim wypadku uzyskuje się wyniki poznawczo płodne. Wszelkie hipotezy ekstrapolacyjne jako niesprawdzalne (nierozstrzygalne) można podzielić na dwie grupy:

a) niesprawdzalne aktualnie — takie hipotezy, z których wszelkie wydedukowane wnioski nie mogą być faktycznie zweryfikowane doświadczalnie czyli nie mogą być w danej chwili porównane ze zdaniami opisowymi o faktach (spostrzeżeniowymi) wskutek np. braku odpowiedniej metody czy niedoskonałej aparatury badawczej. Gdy te zostaną ulepszone a klasa badanych zjawisk lepiej poznana, hipoteza może zostać zweryfikowana;

b) niesprawdzalne z zasady — można przedstawić w postaci zapisu:

$$\text{H jest niesprawdzalna} \equiv \prod_{s} [(H \rightarrow s) \cdot s \text{ nierozstrzygalne}]$$

w którym H oznacza hipotezę, s — zdanie spostrzeżeniowe o faktach. Niesprawdzalne z zasady są takie hipotezy, w których występują zdania z nieostrymi terminami, a więc nierozstrzygalne, i wtedy każde wynikające z hipotezy zdanie jest nierozstrzygalne, to znaczy nie ma takich faktów, o jakich ono mówi. Hipotezy zasadniczo niesprawdzalne nie mają większego znaczenia w biologii; jeśli nie da się terminowi nieostremu w danej hipotezie przyporządkować jego desygnatów, należy taką hipotezę zarzucić w myśl wskazania Ajdukiewicza: „Zdawszy sobie sprawę z tego, że pewne zagadnienie nie daje się z powodu nieostrości zawartych w jego sformułowaniu terminów w żaden sposób rozstrzygnąć, powin-

[44] Nie chodzi tu o pewne intuicje czy tzw. hipotezy robocze, które często są źródłem nowych odkryć, lecz o końcową postać hipotezy czy teorii, które indukcyjnie uzyskują coraz większe prawdopodobieństwo.

niśmy przestać się nim zajmować, jako pozbawionym rzeczowej treści" [45].

W ten sposób, analizując od strony logicznej i treściowej rezultaty badań biologicznych, ujęte w formę twierdzeń ogólnych, hipotez czy teorii, filozofia biologii, sama również snując pewne koncepcje teoretyczne i uogólnienia, dąży do nadania im optymalnej jasności i prostoty, eliminując z nich przy tym pseudoproblemy i twierdzenia zasadniczo niesprawdzalne.

3.4. Wszystko, co zostało powiedziane na temat nauk biologicznych i filozofii biologii, wskazuje dość wyraźnie, aczkolwiek może nie jednoznacznie, na różnice pomiędzy tymi dwoma dziedzinami ludzkiego poznania. Nie wdając się w dawny i dotąd nie rozwiązany problem stosunku filozofii do nauk przyrodniczych, zgodzić się trzeba na to, że filozofia biologii jako jeden z działów filozofii przyrodoznawstwa należącej do epistemologii czyli teorii (filozofii) nauki, z założenia wykazuje koneksje z naukami bialogicznymi jako przedmiotem swoich analiz. Aktualny stan badań biologicznych wyznacza w jakiś sposób zakres analiz teoriopoznawczo-metodologicznych i konstrukcji teoretycznych w postaci uogólnień hipotetycznych i ekstrapolacyjnych. Związki te jednak nie przesądzają o tożsamości tych nauk, lub poszczególnych ich działów. Przeciwnie, różnią się one tak przedmiotami jak i metodami badania. Biologia jako nauka przyrodnicza ma charakter empiryczny, bada realne procesy, zjawiska i obiekty przyrody, posługując się obserwacją, eksperymentem, opisem faktycznie stwierdzanych zjawisk i związków między nimi, indukcją. Szeroko dyskutowany postulat empiryczności pojęć przyrodniczych, złączony z postulatem sprawdzalności twierdzeń naukowych [46], nie znaczy, by przy tworzeniu hipotez i konstrukcji teoretycznych nie korzystać z zasad logiczno-matematycznych, a nawet z prawd apriorycznych. Potwierdzeniem takiego stanu rzeczy jest większość twierdzeń z zakresu biologii teoretycznej, dotyczących np. entropii, uporządkowania, termodynamiki zjawisk nieodwracalnych, biologicznej zasady komplementarności itp. Zdaniem Kotarbińskiego „empiryczność nauk przyrodniczych polega na tym, iż przyjmuje się w nich jako dostatecznie uzasadnione tylko takie tezy, które są bądź spostrzegawcze, bądź uzasadnione przy pomocy tez, w których gronie

---

[45] K. Ajdukiewicz, *Logika pragmatyczna*, Warszawa 1965, s. 60.

[46] M. Przełęcki, *Postulat empiryczności terminów przyrodniczych*, w: *Fragmenty filozoficzne*, ser. II, Warszawa 1959, s. 219n. Por. R. Wójcicki, *Relatywne pojęcie empirycznej sensowności terminów*, „Acta Universitatis Wratislaviensis", nr 78, Prace Filozoficzne IV, Wrocław 1968, s. 132—145; T. Pawłowski, *O empirycznej sensowności zdań*, w: *Fragmenty filozoficzne*, ser. III, Warszawa 1967, s. 175——183.

znajdują się też tezy spostrzegawcze. Nie można tedy w naukach empirycznych nic dostatecznie uzasadnić, jeśli się ktoś powołuje na tezy aprioryczne..." [47].

Filozofia biologii nie jest nauką przyrodniczą, nie wykazuje cechy empiryczności w podanym sensie. Ma za przedmiot biologię, bada jej pojęcia, metody i najogólniejsze rezultaty, podczas gdy sama biologia bada realne struktury i funkcje organizmów żywych. Nie jest więc nauką o przyrodzie żywej, ale nauką o naukach biologicznych czy krytyką tych nauk [48]. W tym sensie można powiedzieć, że jest opisowo-empiryczną wiedzą o biologii jako konkretnej postaci nauki. Takiemu wskazaniu przedmiotu filozofii biologii służyły rozważania (2.1—5) poświęcone charakterystyce nauk biologicznych, ich zakresu i metod właściwych każdej z nich. Ale — jak stwierdza Ajdukiewicz — „wskazując ... przedmiot danej nauki, nie wyznaczamy jeszcze przez to jej problematyki" [49] i dlatego część druga (3.1—3) niniejszego szkicu zmierzała, po ogólnym scharakteryzowaniu filozofii biologii, do wskazania jej problematyki metodologicznej i przedmiotowej. Tę część powyższych rozważań można by nazwać próbą samookreślenia filozofii biologii przy zastosowaniu języka odmiennego od stosowanego w naukach przyrodniczych.

Wydaje się, że to samookreślenie filozofii biologii w wypadku problematyki logiczno-metodologicznej jest dostateczne i wskazuje wyraźnie na jej odrębność od nauk biologicznych, nawet tzw. teoretycznych. Natomiast w odniesieniu do problematyki epistemologiczno-przedmiotowej mogą zrodzić się pewne wątpliwości i dlatego dokładniejsze sprecyzowanie specyfiki tego działu filozofii biologii wydaje się sprawą szczególnie aktualną.

4. ZAKOŃCZENIE

W szkicu niniejszym podjęto próbę z jednej strony wykazania konieczności istnienia i rozwijania zarówno biologii ogólnej, jak i biologii teoretycznej jako dwóch różnych i autonomicznych gałęzi wiedzy biologicznej, z drugiej — sprecyzowania przedmiotu, zadań i zakresu badań filozofii biologii oraz określenia w sposób ogólny jej odrębności od nauk biologicznych i wartości naukowej stosowanych w niej operacji poznawczych. Konieczność istnienia filozofii biologii narzuca się tak od strony wyłaniającej się z ba-

---

47 T. Kotarbiński, *Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk*, Warszawa 1961, s. 381.

48 Tamże, s. 453.

49 K. Ajdukiewicz, *Metodologia i metanauka*, w: *Język i poznanie*, t. II, Warszawa 1965, s. 117.

dań doświadczalno-opisowych problematyki teoriopoznawczej i metodologicznej, jak i od strony treściowo-przedmiotowej. Pojawia się ona mianowicie zawsze wtedy, gdy nagromadzi się zbyt wielka ilość szczegółowych faktów, opisów klasyfikacyjnych bądź jakościowych, bądź funkcjonalnych oraz idiograficznych [50], praw empirycznych natury morfologiczno-fizjologicznej, genetycznej, rozwojowej itp., które trzeba powiązać ze sobą logicznie i przyczynowo, uporządkować całościowo według założeń ogólnych i stworzyć dla nich, lub włączyć je w istniejącą teorię ogólniejszą.

Biolog eksperymentator, chcąc wyjść poza prosty opis i ustalić pewne prawa empiryczne czy zasady jako uogólnienie związków stwierdzonych doświadczalnie oraz skonstruować wyjaśniające je teorie, musi korzystać, choćby w sposób nieuświadomiony, z ogólnych założeń teoriopoznawczych i metodologicznych jako nieodzownych elementów w swej pracy naukowej. Jedynie na tej drodze mogą być czynione próby budowania teorii poszczególnych zjawisk biologicznych lub ogólnej teorii życia jako jednolitego i zwartego systemu naukowego. A z kolei te ogólne, a nawet hipotetyczne założenia nauk biologicznych, pozwalające powiązać w jedną całość szczegółowe prawa empiryczne i wyjaśnić badaną klasę zjawisk, wyznaczają nowe dziedziny i nowe kierunki badań naukowych. Często są także elementem inwencyjnym dla nowych metod badania.

Z powyższego wynika, że filozofia biologii, podejmując zagadnienia z dziedziny teorii poznania biologicznego i metodologii nauki o życiu, a nawet wysuwając hipotezy jeszcze w danej chwili niesprawdzalne, spełnia doniosłą rolę teoretyczną i praktyczną względem nauk biologicznych, przyczyniając się wydatnie do ich progresywnego rozwoju.

To wielkie znaczenie filozofii biologii wynika między innymi z faktu stosowania przez nią różnych metod, zarówno analiz filozoficznych, jak i metodologicznych, wartościowania, wyjaśniania porządkowo-przyczynowego oraz metod o charakterze mieszanym. Stosowanie interdyscyplinarnych metod badania w filozofii biologii uwarunkowane jest odrębnością biologii od innych nauk przyrodniczych, a taki charakter biologii stanowiącej przedmiot jej badania, wynika znów ze specyficzności zjawisk życiowych, niezmiernie skomplikowanych. Zjawiska biologiczne i samo życie należą do problemów granicznych, „zajmują" tereny z pogranicza świata martwego i żywego, a w aspekcie poznawczym badane są przez różne dyscypliny naukowe. Stąd im większa różnorodność

50 Taki podział opisu wprowadził T. Czeżowski, *Filozofia na rozdrożu (Analizy metodologiczne)*, Warszawa 1965, s. 41n.

sposobów badania zjawisk życiowych, tym doskonalsze zrozumienie ich istoty i funkcjonowania.

To, co powiedziano tu na temat przedmiotu, zadań i roli filozofii biologii, prowadzi do wniosku, że dyscyplina ta, zachowując swoją autonomię, jest zespolona z biologią, rzec by można, jest funkcją nauk biologicznych. Stan jej zaawansowania jest uzależniony w dużej mierze od stanu nauk biologicznych na danym etapie ich rozwoju. Jako taka, filozofia biologii nie rości sobie pretensji do formułowania twierdzeń bezwzględnie trwałych, koniecznych i niezmiennych, a wyraża jedynie prawdopodobne prawidłowości w zakresie nauk biologicznych [51]. Służąc naukom biologicznym wskazaniami metodologicznymi i teoriopoznawczymi, analizuje ich pojęcia i bada rolę tych pojęć w dążeniu do teoretycznej unifikacji i zdobywania rezultatów ogólnych. To stopniowe zbliżanie się do prawdy i tworzenie pełniejszego obrazu naukowego o świecie istot żywych dokonuje się za cenę nieustannej rewizji zarówno wyników już uzyskanych jak i stosowanych w tym celu operacji poznawczych [52]. To między innymi decyduje o dynamice i aktualności filozofii biologii, a zarazem o jej ograniczoności.

Szczepan W. Ślaga

---

51 St. Kamiński, *O niektórych uwarunkowaniach współczesnej filozofii nauki*, s. 77.

52 Por. G. Blandino, *Problemi e dottrine di biologia teorica*, Bologna 1960, s. VII.

MIECZYSŁAW LUBAŃSKI

CZY MATEMATYKA JEST JEDNA?

Z ZAGADNIEŃ FILOZOFII MATEMATYKI

Wszystkim wiadomo, że filozofia jest nieunikniona. Kiedyś była pierwszym przejawem samodzielnej myśli ludzkiej. Dziś także nie przestaje pociągać do siebie umysłów ludzkich. Zdawało się niekiedy, że filozofię da się usunąć z zakresu ludzkiej kultury. Usiłowano dokonywać tego rodzaju zabiegów na bardzo różnorodne sposoby. Jednakże problematyka filozoficzna pozostawała nadal, tylko przechodziła na inne miejsce. Np. w wieku XIX, kiedy to umysły o nastawieniu antyfilozoficznym zajęły się uprawianiem psychologii, pojawiła się ona w psychologii. W wieku zaś dwudziestym — w logice i matematyce. Dziwna jest więc filozofia. Wypierana z jednego miejsca, pojawia się przez swoją problematykę na drugim miejscu. I ta problematyka domaga się rozwiązania. Nie można jej zaniedbać, ani zlekceważyć, gdyż pojawi się gdzieś indziej, być może w innej postaci i w innym sformułowaniu, ale pojawi się z pewnością. Jej zagadnienia nie zaginą.

Matematyka jest także nauką dziwną. I to z wielu powodów. Po pierwsze z racji bardzo różnorodnych reakcji, które budzi wśród ludzi. Dla jednych jest znakiem i symbolem czegoś okropnego, czegoś niezrozumiałego, czegoś, co potrafi tylko straszyć we dnie i w nocy. Dla drugich jest ona doskonałą maszynką do liczenia. Są też tacy, którzy potrafią szerzej spojrzeć na matematykę i widzieć w niej przewijanie się najwspanialszych myśli pokoleń ludzkich [1].

Ta dziwna matematyka przejawia obecnie tendencję do rozprzestrzeniania się, do obejmowania w swoje władanie niemal wszystkich przejawów myśli ludzkiej. Obserwujemy bowiem matematyzację wiedzy ludzkiej. Metody matematyczne opanowują współczesną ekonomię, psychologię eksperymentalną, medycynę, historię itd. Do astronomii, fizyki i nauk technicznych, jak dobrze wiadomo, dawno już weszła. Wygląda więc na to, że będą dwa główne typy nauk, mianowicie, nauki o wydźwięku filozoficznym

---

[1] Por. D. J. Struik, *Krótki zarys historii matematyki do końca XIX wieku*, Warszawa[2] 1963, 9.

i nauki o osnowie matematycznej. Ale to jest sprawa przyszłości. Nie będziemy wchodzić na teren „wróżb prawdziwych”[2].

Spróbujemy natomiast teraz połączyć wspomniane obie różne dziwności. Postaramy się więc przeprowadzić trochę rozważań z zakresu, który może być nazwany filozofią matematyki. W tym celu dobrze będzie najpierw przyjrzeć się nieco samej matematyce.

KILKA SŁÓW O MATEMATYCE

Jest rzeczą powszechnie znaną, że nauki dzielimy ze względu na własności występujących w nich rozumowań na dwie wielkie grupy. Do pierwszej grupy zalicza się te nauki, gdzie rozumowanie jest niezawodne. Do drugiej zaś — gdzie rozumowanie jest nieniezawodne. Pierwszą grupę nauk nazywa się dedukcyjnymi, drugą — naukami indukcyjnymi. Matematyka, oczywiście, należy do nauk dedukcyjnych.

W ewolucji nauk dedukcyjnych, a więc i matematyki, można wyróżnić cztery etapy. Pierwszy etap może być nazwany intuicyjnym, bądź przedaksjomatycznym. Tutaj najważniejszą sprawą jest zbieranie i gromadzenie materiału naukowego. Mniej ważna natomiast jest strona formalna. Drugi etap to stadium aksjomatyczno-intuicyjne. Charakterystyczne jest tutaj ustalenie wykazu pojęć pierwotnych oraz układu aksjomatów. Pojęcia pierwotne posiadają treść zastaną. Jeżeli natomiast treść pojęć pierwotnych ustalamy przy pomocy aksjomatów, to znaczy, jeżeli pozbawiamy je znaczenia zastanego, zaś konstytuujemy ich znaczenie żądając tylko wypełnienia warunków nałożonych przez układ aksjomatów, to wówczas mamy do czynienia z etapem trzecim. Właściwą nazwą dla niego będzie — etap aksjomatyczno-abstrakcyjny. Zwykle mówiąc krótko, że dana teoria jest zaksjomatyzowana, ma się na myśli ten drugi rodzaj aksjomatyki. Ostatni, czwarty etap, zwany sformalizowanym systemem, tym się różni od ujęcia poprzedniego, że wymienione są w nim wyraźnie wszystkie środki logiczne, z których korzysta się przy budowaniu teorii. A więc ustalony jest nie tylko zbiór terminów pierwotnych i układ aksjomatów, ale także zbiór reguł sensu, reguł dowodzenia i reguł definiowania.

Jest zrozumiałe, że formalnie biorąc, etap ostatni jest czymś najdoskonalszym. Nie należy jednak zapominać, że (realnie rzecz ujmując) możliwy jest on dzięki etapom wcześniejszym, w szczególności, dzięki etapowi intuicyjnemu. Ten pierwszy etap niejako „urealnia” uprawianą teorię czysto sformalizowaną. Umożliwia istnienie powiązań systemu sformalizowanego z rzeczywistością.

---

[2] Termin zaczerpnięty z tytułu interesującej książeczki S. Bratkowskiego, *Księga wróżb prawdziwych*, Wydawnictwo Harcerskie 1968.

Inaczej uprawianie systemu sformalizowanego byłoby podobne do zabawy w niezrozumiałe przekształcanie rozmaitych symbolów. Historia nauki nie zna przykładu badań naukowych, w których nie byłoby wiadomo, o co chodzi i po co się to robi. Sensowność i celowość pracy dopiero pcha niejako uczonego do zajęcia się interesującą go problematyką. W tego rodzaju szerszym świetle należy patrzeć na matematykę. Wówczas tylko będzie możliwe pełne ujęcie jej istoty. Matematyka posiada nie tylko oblicze formalne, ale także i oblicze treściowe. Istotą żywej matematyki jest wzajemne oddziaływanie ogólnego i szczególnego, dedukcji i interpretacji, logiki i wyobraźni. Wznoszenie się do abstrakcji w matematyce zaczyna i kończy się w konkrecie [3].

Patrząc w tym świetle na matematykę nie zdziwi nas pogląd wyrażony przez prof. H. Steinhausa, wedle którego przedmiotem matematyki jest rzeczywistość, zaś sama matematyka jest uniwersalna; nie ma takiej rzeczy, która byłaby matematyce obca [4]. Jeżeli jednak mimo wszystko będziemy żywić pewną obawę przed takim sformułowaniem, to przypomnijmy sobie, że matematyka jest niesłychanie obszernym kompleksem nauk, złożonym przynajmniej z 50 różnych działów. Wśród nich istnieją takie działy, które wyraźnie posiadają cechę, o której wspomina określenie prof. H. Steinhausa. Należy do nich z pewnością np. statystyka. Bezpiecznie można uważać, że przedmiotem badania statystyki jest rzeczywistość [5].

Przyjrzyjmy się teraz własnościom matematyki, jej charakterystycznym cechom. Otóż wypada tu wymienić najpierw cechę kumulacji. Matematyka nie traci niczego ze swojego stanu posiadania. Przeciwnie, w miarę rozwoju stale powiększa swój skarbiec poszerzając nieustannie granice swego zasięgu. Z tym wiąże się trwałość matematyki oraz jej uniwersalność. Należy jeszcze pamiętać, że w badaniach matematyki a jeszcze bardziej w jej wykładzie interweniuje cała przeszłość. Nie ma tam rzeczy zbędnych, bądź nieaktualnych. Stąd też prawidłowy rozwój adepta matematyki winien być podobny do rozwoju samej matematyki [6]. Być może, że naruszenie tej podstawowej zasady w nauczaniu szkolnym powoduje wśród większości uczniów niechęć do matematyki, niezrozumienie jej i lęk przed nią.

Przypomnijmy jeszcze kryterium podane przez S. Banacha, wedle którego można oceniać wysokość klasy matematycznej jakiegoś uczonego. „...Matematykiem jest, kto umie znajdować ana-

---

3 Por. R. Courant, *Matematyka w świecie współczesnym*, w: *Matematyka w świecie współczesnym*, Warszawa 1966, 13.

4 H. Steinhaus, *Kalejdoskop matematyczny*, Warszawa 1956, 6.

5 Zob. np. W. J. Reichmann, *Drogi i bezdroża statystyki*, Warszawa 1968, 58.

6 Por. A. Aaboe, *Matematyka w starożytności*, Warszawa 1968, 6—7.

logie między twierdzeniami; lepszym, kto widzi analogie dowodów; jeszcze wyższym, kto dostrzega analogie teoryj; a można wyobrazić sobie i takiego, co między analogiami widzi analogie" [7].

DWA POJĘCIA METATEORETYCZNE

Rozważając teorię dedukcyjną można zastanawiać się, czy jest niesprzeczna, rozstrzygalna, czy układ aksjomatów stanowi system aksjomatów niezależnych itp. Będziemy korzystać z dwu tego rodzaju pojęć, mianowicie niesprzeczności teorii i niezależności aksjomatów. Toteż krótko zreferujemy sens wspomnianych terminów.

Mówimy, że teoria sformalizowana T jest niesprzeczna, jeżeli wśród jej twierdzeń nie występuje para wyrażeń sprzecznych, tzn. para wyrażeń postaci W oraz nie-W. Zatem, jeśli weźmiemy dowolną parę wyrażeń względem siebie sprzecznych, to przynajmniej jedno z nich nie jest twierdzeniem teorii.

Posługując się tą definicją można wygłosić następujące twierdzenie:

Na to, by teoria T była niesprzeczna, potrzeba i wystarcza, aby istniało przynajmniej jedno wyrażenie A tej teorii, które nie byłoby jej twierdzeniem.

Istotnie. Jeżeli teoria T jest niesprzeczna, to gdy weźmiemy dowolną parę wyrażeń względem siebie sprzecznych: W oraz nie-W, wówczas przynajmniej jedno z nich nie jest tezą teorii. To wyrażenie oznaczamy przez A. Spełnia ono warunek twierdzenia dowodzonego.

Przypuśćmy teraz, że spełniony jest warunek twierdzenia. A zatem istnieje wyrażenie A takie, że nie jest ono tezą teorii. Wykażemy, że teoria musi być niesprzeczna. Gdybyśmy bowiem przypuścili, że teoria jest sprzeczna, tzn. zawiera jakąś parę wyrażeń względem siebie sprzecznych W oraz nie-W jako twierdzenia teorii, to podstawiając w prawie Dunsa Scotusa $-p \rightarrow (p \rightarrow q)$ w miejsce p wyrażenie W, zaś w miejsce q wyrażenie A oraz stosując dwukrotnie operację oderwania poprzednika implikacji, otrzymalibyśmy wniosek orzekający, że wyrażenie A jest także tezą teorii, co jest sprzeczne z założeniem. Sprzeczność otrzymaliśmy przypuszczając, że teoria jest sprzeczna. Zatem jest ona niesprzeczna.

O danym układzie aksjomatów teorii sformalizowanej T mówimy, że jest układem niezależnym, jeżeli żaden z aksjomatów układu nie daje się otrzymać na gruncie pozostałych aksjomatów. Dokładniej da się to ująć następująco.

---

[7] H. Steinhaus, Stefan Banach, *Matematyka* 1 (1948), Nr 1, 22.

Niech aksjomatami teorii sformalizowanej T będą wyrażenia

$$W_1, W_2, \ldots, W_r \qquad (\&)$$

Mówimy, że aksjomat W_k jest niezależny od pozostałych aksjomatów, tj. od aksjomatów $W_1, W_2, \ldots, W_{k-1}, W_{k+1}, \ldots, W_r$, jeżeli nie daje się on udowodnić na podstawie powyższych aksjomatów oraz tautologii logicznych przy pomocy reguł wnioskowania przyjętych w teorii T. Jeżeli każdy z aksjomatów układu (&) jest niezależny od pozostałych aksjomatów, to mówimy, że cały układ (&) jest niezależny.

Zachodzi następujące proste, a interesujące twierdzenie.

Na to, by aksjomat W_k był niezależny od pozostałych aksjomatów układu (&), potrzeba i wystarcza, aby teoria zbudowana na aksjomatach $W_1, \ldots, W_{k-1}$, nie-W_k, $W_{k+1}, \ldots, W_r$ była niesprzeczna.

Z twierdzenia tego otrzymuje się łatwy sposób wykazywania niezależności jakiegoś aksjomatu w stosunku do pozostałych aksjomatów danego układu w oparciu o metodę interpretacji. Przypomnijmy, co się rozumie przez interpretację bądź model.

Niech dany będzie układ aksjomatów $W_1, \ldots, W_r$ jakiejś teorii T. Niech terminami pierwotnymi tej teorii będą $P_1, \ldots, P_l$. Przypuśćmy, że w pewnej dziedzinie D bierzemy terminy $Q_1, \ldots, Q_t$. Jeżeli po podstawieniu do rozważanego układu aksjomatów zamiast terminów $P_i (i=1, \ldots, t)$ terminów $Q_i (i=1, \ldots, t)$, aksjomaty układu przechodzą w zdania prawdziwe w dziedzinie D, to mówimy, że otrzymaliśmy model dla danej teorii w dziedzinie D.

Niektórzy autorzy odróżniają model od interpretacji. Każde podstawienie terminów Q_i w miejsce terminów P_i bywa nazywane interpretacją. Natomiast modelami zwie się tego rodzaju interpretacje, przy których wszystkie aksjomaty stają się zdaniami prawdziwymi w interpretowanej dziedzinie. Dla celu obecnych rozważań nie jest potrzebne odróżnianie pojęć modelu oraz interpretacji. Będziemy używać ich zamiennie.

Posługując się pojęciem modelu można sformułować teraz wyżej podane twierdzenie w następującej postaci:

Jeżeli w niesprzecznej teorii istnieje model dla układu aksjomatów $W_1, \ldots, W_{k-1}$, nie-W_k, $W_{k+1}, \ldots, W_r$, to aksjomat W_k jest niezależny od pozostałych aksjomatów układu, tj. od aksjomatów $W_1, \ldots, W_{k-1}, W_{k+1}, \ldots, W_r$.

Na tej drodze można wykazać niezależność słynnego postulatu Euklidesa o równoległych. Jak pamiętamy orzeka on, że przez punkt nie leżący na prostej można poprowadzić do danej prostej jedną tylko prostą równoległą. Postulat ten usiłowano bezskutecznie dowodzić na podstawie pozostałych aksjomatów geometrii. Nic dziwnego, że wszelkie próby dowodu nie powiodły się, gdyż nie

mogły się powieść. Dziś znamy wiele modeli, przy pomocy których można wykazać niezależność wspomnianego aksjomatu od aksjomatów pozostałych. Opiszemy tu, dla ilustracji, tzw. model Kleina. Przez płaszczyznę rozumieć będziemy wnętrze dowolnego koła położonego na zwykłej płaszczyźnie euklidesowej. Punktami naszej płaszczyzny będą po prostu punkty danego koła, natomiast przez proste na płaszczyźnie rozumieć będziemy cięciwy rozważanego koła. Przy takim ujęciu terminów pierwotnych geometrii otrzymujemy spełnienie aksjomatów geometrii euklidesowej z wyjątkiem aksjomatu o równoległych. Nie będzie tu prawdą, że przez punkt nie leżący na prostej przechodzi tylko jedna równoległa do danej prostej. Prostych równoległych będzie tu nieskończenie wiele, ponieważ przez rozważany punkt przechodzi nieskończenie wiele różnych cięciw rozłącznych z cięciwą daną. W ten sposób otrzymujemy model geometrii nieeuklidesowej w geometrii euklidesowej. Jeżeli przyjmiemy, że geometria euklidesowa jest niesprzeczna, to tym samym (na mocy podanego wyżej twierdzenia) posiadamy dowód niezależności postulatu o równoległych.

Jednocześnie otrzymujemy następujący interesujący wynik. Mianowicie, z założenia niesprzeczności geometrii euklidesowej wynika niesprzeczność geometrii nieeuklidesowej. Ma miejsce bowiem następujące twierdzenie.

Jeżeli teoria sformalizowana T posiada interpretację w niesprzecznej teorii T_1, to teoria T jest także niesprzeczna.

TRZY ANALOGIE

Już widzieliśmy, że nie istnieje jedna geometria, lecz kilka różnych geometrii. Ogólnie biorąc można wyróżnić trzy podstawowe rodzaje geometrii, mianowicie: geometrię eliptyczną, geometrię paraboliczną i geometrię hiperboliczną. Znana wszystkim doskonale geometria euklidesowa, ta, której uczymy się w szkole, jest drugim z wymienionych rodzajów. Różnią się one między sobą, ujmując rzecz bardzo schematycznie, stosunkiem do postulatu o równoległych. Jeżeli przyjmiemy aksjomatycznie, że do danej prostej przez punkt poza nią leżący nie przechodzi żadna równoległa, to otrzymamy geometrię typu eliptycznego. Jeżeli natomiast przyjmiemy, że wspomnianych równoległych jest wiele, to mieć będziemy do czynienia z hiperbolicznym typem geometrii. Przyjęło się nazywać oba ostatnie wspomniane rodzaje geometrii nieeuklidesowymi.

Jeżeli będziemy pamiętać, że różne rodzaje geometrii są konstruowane jako układy aksjomatyczne (abstrakcyjne), to nie będziemy stawiać dość powszechnych pytań w rodzaju, jak to jest możliwe, by przez punkt poza prostą przechodziło wiele równo-

ległych do danej prostej, skoro taka równoległa istnieje przecież tylko jedna. Z chwilą bowiem, gdy formułujemy tego rodzaju pytanie, dajemy tym samym dowód, że stajemy milcząco na gruncie geometrii euklidesowej. Że zakładamy, inaczej mówiąc, iż istnieje jeden tylko typ geometrii, mianowicie geometrii euklidesowej. W tej geometrii prawdą jest, że do danej prostej istnieje jedna tylko równoległa przechodząca przez punkt poza nią leżący. Należy jednak pamiętać, że omawiany model geometrii jest tylko jednym z możliwych modeli, a nie jedynym możliwym modelem. I tu właśnie mieści się istota zagadnienia. Chodzi o to, by nie absolutyzować tego, co nie jest absolutne.

Trzeba lojalnie przyznać, że długo ludziom wydawało się, iż geometria euklidesowa jest jedyną możliwą geometrią. Kant żywił także tego rodzaju przeświadczenie. Jednakże od zeszłego stulecia, od prac J. Bolyai'a, N. Łobaczewskiego, K. Gaussa, B. Riemanna, jest już dobrze wiadome, że geometria euklidesowa to jedna z możliwych geometrii, a nie jedyna możliwa geometria. Przez ten wynik nastąpiło poszerzenie naszego rozumienia geometrii oraz uczyniony został ważny krok naprzód w pełniejszym rozumieniu istoty i struktury matematyki. Posiada to zarazem duże znaczenie filozoficzne. W innym świetle patrzymy na problem prawdy w matematyce, a także na spór między nominalistycznym, realistycznym i konceptualistycznym ujęciem matematyki. O tę problematykę muśniemy jeszcze nieco przy dalszych rozważaniach.

Obecnie wspomnijmy o analogii, która ma miejsce w logice, a która jest odpowiednikiem sytuacji zaistniałej w geometrii.

Logika współczesna datuje się od połowy wieku XIX, od prac A. De Morgana, G. Boole'a, W. S. Jevonsa, J. Venna, E. Schrödera, G. Fregego, G. Peano. Ostatni czterej uczeni pracują już na pograniczu wieku XIX i XX oraz w pierwszej ćwierci XX wieku. Klasycznym dziełem z zakresu logiki, które pojawiło się tuż przed pierwszą wojną światową jest trzytomowa praca B. Russella i A. N. Whiteheada pt. *Principia Mathematica.* Ważny ośrodek badań logicznych po pierwszej wojnie światowej powstał w Polsce. Wymienić tu należy S. Leśniewskiego, J. Łukasiewicza i A. Tarskiego. Od Łukasiewicza pochodzi koncepcja logik wielowartościowych. Logika dwuwartościowa, która przyjmuje dwie wartości logiczne: prawdę i fałsz, nie jest jedyną możliwą logiką. Dają się skonstruować logiki więcej wartościowe, w szczególności logika trójwartościowa. Operuje ona także trzecią wartością logiczną — możliwością. Łukasiewicz zbudował także logiki nieskończenie wielowartościowe. Powstanie logik wielowartościowych oraz innych logik nieklasycznych, jak np. logiki modalnej, logiki intuicjonistycznej, stworzyło sytuację podobną do tej, jaka zaistniała w geometrii po ukazaniu się geometrii nieeuklidesowych. Logika

klasyczna stała się jedną z możliwych logik, nie zaś jedyną możliwą logiką. Ukazało to lepiej istotę systemów logicznych. Rozszerzyło także nasze widzenie problematyki logicznej.

Nie będziemy tu wchodzić w bliższe analizowanie sensu dokonanego we wspomnianych osiągnięciach przewrotu w naszych pojęciach w dziedzinie logiki. Jest to interesujący temat sam w sobie i wart oddzielnego opracowania. Zaznaczmy tylko, że problematyka wiążąca się z nim posiada wydźwięk filozoficzny i rzutuje na zagadnienia epistemologiczne oraz ontologiczne.

Omówione do tej pory wyniki uzyskano w przeszłości. Tak można oceniać lata do drugiej wojny światowej. Przez następne dwadzieścia lat nic istotnie nowego nie miało miejsca w rozwoju teorii sformalizowanych. Dopiero po roku 1960 uzyskano bardzo ciekawe wyniki odnośnie do analogicznej problematyki z teorii mnogości. Są one dziełem P. J. Cohena. Zajmiemy się obecnie przedstawieniem zagadnienia i osiągniętymi wynikami.

Jest rzeczą znaną, że początki teorii mnogości sięgają okresu około stu lat. Twórcą teorii mnogości jest G. Cantor. Uprawiał on tę nową gałąź wiedzy matematycznej w sposób intuicyjny. Na początku XX wieku E. Zermelo podał aksjomatykę teorii mnogości. Jej konieczność ujawniła się z chwilą pojawienia się na gruncie teorii mnogości tzw. antynomii. Przez antynomię rozumiemy rozumowanie, które pozornie jest całkowicie zgodne z naszą intuicją, które jednakże prowadzi do sprzeczności [8]. Pierwszą chronologicznie antynomią była antynomia podana przez C. Burali-Fortiego w r. 1897. Chodziło w niej o to, że pojęcie zbioru wszystkich tzw. liczb porządkowych prowadzi do sprzeczności. Drugą antynomią, dobrze znaną, jest antynomia Russella. Można ją krótko przedstawić w postaci następującej.

Niech Z oznacza zbiór złożony ze wszystkich takich zbiorów, które nie są swoimi własnymi elementami. Przeto zbiór A jest elementem zbioru Z wtedy i tylko, gdy A nie jest elementem A. Jeżeli zapytamy, czy Z jest elementem Z, to z definicji zbioru Z wynika, że Z nie jest swoim elementem. Jeżeli zaś przyjmiemy, że Z nie jest swoim elementem, to z definicji zbioru Z wynika, że Z jest swoim elementem. Otrzymujemy więc sprzeczność. Pojęcie zbioru wszystkich zbiorów, które nie są swoimi własnymi elementami prowadzi więc do sprzeczności [9].

Innym pojęciem, które prowadzi do antynomii, jest pojęcie zbioru wszystkich zbiorów.

---

[8] Zob. np. J. Słupecki, L. Borkowski, *Elementy logiki matematycznej i teorii mnogości*, Warszawa2 1966, 259.

[9] Por. H. Rasiowa, *Wstęp do matematyki współczesnej*, Warszawa 1968, 28—29.

Przykłady te wystarczą, aby zobaczyć, iż intuicyjne pojęcie zbioru, którym operowano w początkowym stadium rozwoju teorii mnogości, jest niesprecyzowane. Uściślenia pojęć intuicyjnych dokonuje się drogą aksjomatyzacji. Stąd właśnie w naturalny sposób pojawiła się potrzeba aksjomatyzacji teorii mnogości. Jak już było wspomniane pierwszą aksjomatykę podał E. Zermelo w r. 1904.

Przypomnijmy tutaj jego aksjomatykę. Otóż występują w niej dwa pojęcia pierwotne: „zbiór" oraz „relacja przynależności". Same zaś aksjomaty brzmią następująco:

A. 1. Zbiory, które zawierają te same przedmioty jako elementy, są identyczne.

A. 2. Dla każdych dwóch przedmiotów istnieje zbiór, który zawiera dokładnie te dwa przedmioty jako elementy.

A. 3. Jeżeli X jest zbiorem, to suma wszystkich zbiorów należących do X jest też zbiorem.

A. 4. Dla każdego zbioru X istnieje zbiór, którego elementami są wszystkie podzbiory zbioru X.

A. 5. Istnieje co najmniej jeden zbiór nieskończony.

A. 6. Jeżeli f(x, y) jest jakimś warunkiem zapisanym przy pomocy pojęć pierwotnych logiki i teorii mnogości i jeżeli dla każdego x istnieje dokładnie jedno y(x), które razem z x spełnia dany warunek, to dla każdego zbioru X istnieje zbiór Y, którego wszystkie elementy są postaci y(x), gdzie x jest elementem zbioru X.

A. 7. Dla każdej rodziny zbiorów niepustych i rozłącznych istnieje zbiór, który z każdym ze zbiorów tej rodziny ma jeden i tylko jeden wspólny element [10].

Ostatni aksjomat nosi nazwę aksjomatu wyboru. Aksjomat ten był traktowany z pewną dozą nieufności. Np. E. Borel i H. Lebesgue uważali, że dowody przeprowadzone przy jego pomocy posiadają inną wartość poznawczą, aniżeli dowody niezależne od niego. Natomiast A. A. Fraenkel i F. Hausdorff przyjmują aksjomat wyboru bez żadnych zastrzeżeń. Sądzą, że posiada on ten sam stopień „oczywistości", co pozostałe aksjomaty teorii mnogości [11]. Z pewnika wyboru wynikają paradoksalne własności zbiorów. Jednym z takich wyników jest tzw. paradoksalny rozkład kuli uzyskany przez S. Banacha i A. Tarskiego w r. 1924. Polega on na tym, że trójwymiarową kulę można podzielić na 5 części w taki sposób, że składając te części otrzymamy dwie pełne kule tej samej wielkości, co kula wyjściowa [12]. Trzeba jednak wyraźnie zaznaczyć,

---

10 Zob. A. Mostowski, *Niesprzeczność i niezależność hipotezy continuum*, „Wiadomości Matematyczne" 10 (1967—1968), 177—178 oraz H. Rasiowa, op. cit., 24, 27—28.

11 Zob. K. Kuratowski i A. Mostowski, *Teoria mnogości*, Warszawa² 1966, 59.

12 Podane w tekście sformułowanie paradoksu Banacha-Tarskiego jest udoskonaloną wersją wspomnianego paradoksu. Pierwotne sformułowanie podane

że bez pewnika wyboru byłoby niemożliwe uzyskanie wielu ważnych odkryć matematycznych. Otrzymano je przy pomocy aksjomatu wyboru [13]. Wobec takiej sytuacji bardzo interesujące jest pytanie, czy aksjomat wyboru jest niezależny od pozostałych aksjomatów teorii mnogości. I właśnie P. J. Cohen w r. 1963 podał odpowiedź pozytywną na powyższe pytanie. Wykazał, że aksjomaty A. 1. — A. 6. pozostają niesprzeczne, jeżeli dołączymy do nich zaprzeczenie aksjomatu wyboru. A to, jak już wiemy, wykazuje niezależność aksjomatu wyboru od aksjomatów pozostałych. Została tu zastosowana metoda interpretacji. Ten wynik Cohena można uważać za „najważniejsze osiągnięcie matematyczne ostatnich trzydziestu lat" [14].

Jeżeli aksjomat wyboru jest niezależny od pozostałych aksjomatów teorii mnogości, to (podobnie jak to ma miejsce w geometrii) jest rzeczą możliwą zbudowanie takiej teorii mnogości, w której nie obowiązywałby aksjomat wyboru. Przeto znana nam obecnie teoria mnogości nie może uchodzić za jedyną możliwą teorię mnogości, a tylko za jedną z możliwych teorii mnogości. Sytuacja, jaka zaistniała tu po pracach P. J. Cohena, jest analogiczna do sytuacji w geometrii. Jeżeli przyszłość przyniesie ze sobą zbudowanie nowej teorii mnogości, w której obowiązywać będzie zaprzeczenie aksjomatu wyboru, to „będziemy musieli stwierdzić, że w meczu między platonizmem a formalizmem ten ostatni zdobył znowu jeden punkt" [15].

Problem prawdy w matematyce jest bardzo dawny. Powstanie geometrii nieeuklidesowych rzuciło nań wiązkę światła. Podobnie wyniki Cohena światło to jeszcze bardziej wzmogły. Nie znaczy, by został on rozwiązany. Pozostaje nadal otwarty. Jesteśmy jednak wyposażeni w nowe argumenty odnośnie do niego. To jest konsekwencja natury filozoficznej, płynąca z prac Cohena.

Reasumując, możemy więc stwierdzić wspólny jak gdyby schemat rozwojowy w geometrii, w logice i w teorii mnogości. W każdej z tych dziedzin nastąpiła „relatywizacja". Od pierwotnie jednej i jak się pozornie zdawało jedynej teorii, nastąpiło przejście do uznania za równie „prawdziwe" różnych względem siebie sprzecznych, ale samych w sobie niesprzecznych (o ile te pierwsze, wyjściowe takimi są) teorii. Ten wynik rzuca wiele światła na istotę teorii matematycznych. I to światła natury filozoficznej.

---

przez Autorów było bardziej skomplikowane. Zostało ono opublikowane w 6 tomie czasopisma „Fundamenta Mathematicae".

13 Zob. K. Kuratowski i A. Mostowski, op. cit., 59.

14 Zob. A. Mostowski, *Niesprzeczność i niezależność hipotezy continuum*, 175.

15 A. Mostowski, op. cit., 182.

MODELOWANIE RZECZYWISTOŚCI

Wypada tutaj wspomnieć o jeszcze jednym zagadnieniu, mianowicie o modelowaniu matematycznym rzeczywistości. Matematyka nie jest wyizolowana od naszego poznania rzeczywistości. Służy w bardzo licznych przypadkach, i to już od dawna, do lepszego poznawania rzeczywistości. Gdy mamy do czynienia z jakimś interesującym nas zjawiskiem, to jeśli uda nam się utworzyć model badanego zjawiska i następnie przebadać go matematycznie, potem zaś dokonać konfrontacji z rzeczywistością, to w ten sposób zbliżamy się do zrozumienia zjawiska i ścisłego jego ujęcia.

Zdaniem R. Hooke'a i D. Shaffera [16] należy odróżnić dwojakiego rodzaju modele matematyczne: modele opisowe i modele przyczynowe. Model opisowy jest to taki model, który podaje adekwatny opis badanego zjawiska, jednakże bez podawania przyczyn danego zjawiska. W tym przypadku zadowalamy się samym opisem ze względu na interesujące nas własności [17]. Weźmy prosty przykład tego rodzaju modelu opisowego.

Przypuśćmy, że fabryka produkuje dwa podstawowe modele samochodów A i B. Każdy samochód typu A daje 500 jednostek zysku, zaś samochód typu B — 300 jednostek zysku. Jeżeli więc fabryka wyprodukuje x samochodów typu A oraz y samochodów typu B, to zysk wyniesie łącznie $500x + 300y$. Jeżeli przyjmiemy, że zdolność produkcyjna taśmy montażowej jest ograniczona zależnością $3x + 2y \leqslant 30000$, to maksymalna liczba produkowanych samochodów typu A wynosi 10000, zaś typu B — 15000. Widzimy więc, że chociaż samochody typu A przynoszą większy zysk, niż samochody typu B, to jednak jesteśmy zmuszeni produkować ich mniej niż samochodów typu B ze względu na ich większy rozmiar. Zapytujemy, ile należy produkować samochodów obu wspomnianych typów, aby fabryka osiągnęła możliwie duży zysk. W tym celu potrzebne nam będzie jeszcze jedno równanie, które daje realne ograniczenie produkcji ze względu na dostawy powiedzmy stali. Przypuśćmy, że wspomniane dostawy pozwalają na produkcję ograniczoną równaniem: $2x + y \leqslant 18000$. Proste rozumowanie wykazuje, że maksymalny zysk będzie mieć miejsce dla x oraz y spełniających układ równań:

$$3x + 2y = 30000 \quad \text{i} \quad 2x + y = 18000$$

Rozwiązując ten układ równań otrzymujemy odpowiedź: $x = 6000$, $y = 6000$. Należy zatem produkować jednakową ilość samochodów obu typów [18], mianowicie po 6000 każdego typu.

---

16 R. Hooke i D. Shaffer, *Modele matematyczne a rzeczywistość*, Warszawa 1969, 22 i 25.

17 Tamże, 25 i 136.

18 Tamże, 154—156.

Podany przed chwilą przykład należy do rozważań z zakresu tzw. programowania liniowego. Z modelami opisowymi mamy jednak do czynienia w wielu innych wypadkach. Wymienić tu można przykładowo problemy związane z optymalizacją oraz problemy typu probabilistycznego.

Modelem przyczynowym zwie się taki model, który usiłuje skopiować te czynniki fizyczne, które wpływają na interesujące nas zjawisko. Należy pamiętać, że nigdy model przyczynowy nie jest doskonałą kopią sytuacji fizycznej. Każdy model jest zawsze tylko obrazem i to niedoskonałym odpowiedniego zakresu badanej rzeczywistości [19]. Jednakże posiada bardzo dla nas ważną własność. Pozwala mianowicie, z większym czy mniejszym prawdopodobieństwem, przewidywać przyszłość. Ta cecha od czasu A. Comte'a uchodzi za charakterystyczną dla poznania naukowego. Zdobywać wiedzę, aby móc przewidywać — to znana formuła Comte'a.

Jako przykład modelu typu przyczynowego rozważymy model wahadła. Wiemy dobrze, co to jest wahadło. Jest to, krótko mówiąc, jakiś pręt sztywny zawieszony na jednym końcu, przy czym na drugim końcu ma umocowany ciężarek o masie stosunkowo dużej w porównaniu do masy pręta. Tworzymy teraz model wahadła przyjmując pewne upraszczające założenia. A więc zakładamy, że wahadło waha się w zasadzie w jednej płaszczyźnie. Następnie pomijamy opór powietrza i siłę tarcia. Wreszcie przyjmujemy, że masa ciężarka jest skupiona w jednym punkcie. Po tych wstępnych założeniach odnoszących się do danego rozważanego zagadnienia, przyjmujemy zachodzenie praw dynamiki Newtona. Stosujemy więc do budowanego modelu wahadła prawa ruchu Newtona. Dzięki temu dochodzimy do pewnego równania różniczkowego, które winno być spełnione dla wahadła. Rozwiązując je otrzymujemy interesujący nas związek, zachodzący między kątem odchylenia wahadła od kierunku pionowego a czasem i długością wahadła. Można następnie znaleźć wzór na okres wahań wahadła [20]. Gdy wszystko to zostało już wykonane, pozostaje następnie zagadnienie weryfikacji naszego rozwiązania przez doświadczenie. I zależnie od tego, jaki będzie wynik weryfikacji, teorię naszą przyjmiemy, bądź trzeba będzie ją zmodyfikować. Oczywiście, jest to uzależnione także od celu, w jakim był budowany model. Dla jednego celu dane rozwiązanie całkowicie może wystarczać, dla drugiego zaś winno być zmodyfikowane. I w przypadku wahadła mamy podstawę do pewnego rodzaju przewidywań. I ta cecha występuje we wszystkich modelach typu przyczynowego.

---

19 Tamże, 22—24.

20 Tamże, 83—92.

Z modelami przyczynowymi mamy do czynienia w wielu różnych naukach. A więc spotykamy się z nimi w astronomii. Modele astronomiczne, np. model układu słonecznego Kopernika, posiadają charakter modelu przyczynowego. Tego samego rodzaju modele występują w zagadnieniach statyki, tak bardzo ważnej gałęzi mechaniki z punktu widzenia zastosowań technicznych. Aerodynamika, hydrodynamika, struna drgająca to dalsze przykłady dziedzin i zagadnień, gdzie pojawiają się modele przyczynowe [21].

W zagadnieniu modelowania rzeczywistości istotną rolę spełnia konfrontacja modelu z rzeczywistością. Należy pamiętać, że matematyka dostarcza jedynie dowodu, iż z pewnych założeń wynikają takie czy inne wnioski. Natomiast nic nie potrafi nam powiedzieć, czy posiada to jakiś związek z rzeczywistością. Trzeba tutaj odwołać się do doświadczenia. Rozwiązanie matematyczne problemu fizycznego wymaga sprawdzenia empirycznego. Inaczej rozwiązanie nie będzie posiadało wartości praktycznej. Nie wystarczy tu sama matematyka. Konieczny jest kontakt z rzeczywistością.

Problematyka ta, jak widzimy, jest powiązana z ciekawymi i istotnymi zagadnieniami teoriopoznawczymi. W szczególności z zagadnieniem stosunku zachodzącego między matematyką a doświadczeniem. Nieco innymi słowami mówiąc, stykamy się tu z problemem aprioryzmu i empiryzmu. Powracamy więc do jednego z klasycznych problemów filozofii. A więc filozofia przetrwała do dziś. I nie wydaje się, byśmy obecnie byli bardziej bliscy rozwiązania zagadnienia niż w przeszłości. Nie można zaprzeczyć, że otrzymano pewnego rodzaju postęp w tej dziedzinie. Polega on jednak raczej na niestawianiu zagadnienia w sposób skrajny, aniżeli na istotnie nowych pomysłach. Sprawa jest otwarta i warta dalszych badań [22].

PODSUMOWANIE

Uważny Czytelnik może w tym miejscu zapytać, co wspólnego posiadają wszystkie przeprowadzone wyżej rozważania z tytułem tego artykułu. Czy stanowią choć częściową odpowiedź na pytanie w nim postawione? Wydaje się, że nie będzie rzeczą trudną to uczynić.

Rozważmy może przypadek geometrii. I zapytajmy, czy jest jedna geometria czy też wiele geometrii? Oczywiście, może ktoś powiedzieć, że jest to pytanie pozorne. Jeśli każdy z typów geometrii, a więc geometrię eliptyczną, paraboliczną, hiperboliczną,

21 Por. R. Hooke i D. Shaffer, op. cit., 35—134.

22 Ciekawe uwagi odnośnie do poruszanego tu zagadnienia można znaleźć u L. Geymonata. Por. L. Geymonat, *Filozofia a filozofia nauki*, Warszawa 1966, Dodatek II, *Matematyka a doświadczenie*, 202—211. Zob. także mój artykuł *Empiryzm i aprioryzm*, „Studia Phil. Christ." 4 (1968), Nr 1, 73—79.

będziemy uważali za autonomiczną geometrię, to wówczas powiemy, że jest wiele geometrii. Jeżeli natomiast uznamy wymienione typy geometrii za różne rodzaje jednej nauki zwanej krótko geometrią, to wówczas należałoby orzec, że jest jedna geometria. Wydaje się więc, że postawione pytanie o jedność czy wielość geometrii, jest problemem czysto terminologicznym. Zależnie od tego, jak umówimy się rozumieć termin geometria, otrzymamy taką czy inną odpowiedź. W takim postawieniu sprawy jest wiele słuszności. Jednakże można mu zarzucić jedną rzecz, mianowicie, że eliminuje problem, który w rzeczywistości istnieje. W przypadku bowiem geometrii może chodzić np. o filozoficzny sens aksjomatów geometrii, bądź o jednolitość i spójność metodologiczną wszystkich rodzajów geometrii itd. Tego typu zagadnienia istnieją. Nie są banalne i naukowo obojętne. Jeśli więc jakaś terminologia zaciera istniejącą problematykę naukową, to nie wydaje się być naukowo twórcza. Dlatego należy się liczyć przy ustalaniu terminologii z potrzebami nauki i jej żywotnymi zagadnieniami. Nie można apriorycznie rozstrzygać. Dobrze, powie Czytelnik, ale jak wobec tego jest z geometrią, ile ostatecznie ich jest? Wydaje się, że najwłaściwsza odpowiedź polegać będzie na zgodzeniu się na to, że wyraz geometria może być używany w dwu znaczeniach: węższym i szerszym. Posługując się nim w znaczeniu węższym powiemy, że jest wiele geometrii, zaś używając go w znaczeniu szerszym — powiemy, że jest jedna geometria. W tym miejscu stykamy się z dobrze znanym faktem wieloznaczności wyrazów języka potocznego. Terminy, którymi się posługujemy, są, z zasady, wieloznaczne. Ta wieloznaczność nie musi być zawsze całkowicie rozbieżna. Istnieją terminy posiadające znaczenie podobne, jak to zapewne jest i w przypadku geometrii. Wówczas mówi się o terminach analogicznych. Widzimy więc, że rozważanie problemu terminologiczno-matematycznego doprowadziło nas do zgodzenia się na istnienie terminów analogicznych. Zauważmy, dla uniknięcia nieporozumień, że przedstawione przed chwilą bardzo uproszczone rozumowanie nie może uchodzić za jakiś wykład teorii pojęć analogicznych. Ani za wprowadzenie do tej problematyki, ani za adekwatny sposób ukazania istnienia pojęć analogicznych. Kto się tą problematyką interesuje, znajdzie w filozoficznej literaturze polskiej dobre publikacje z tego zakresu [23]. I do nich należałoby sięgnąć. Tutaj wspomniano o całym tym bogatym zagadnieniu, aby przypomnieć (metodą ostensywną), że „filozofia jest nieunikniona". Jeżeli to pokazanie nieuniknioności filozofii może budzić wątpliwości z punktu widzenia czystości wykładu teorii analogii, to należy za to prze-

[23] Zob. M. A. Krąpiec, *Teoria analogii bytu*, Lublin 1959, także tegoż Autora *Metafizyka*, Poznań 1966.

prosić Czytelnika. Zarazem jednak trzeba podkreślić, że wynik, do którego się doszło, być może zbyt uproszczoną drogą, pozostaje w mocy. Co do tego nie istnieje żadna poważna wątpliwość.

W oparciu o powyższe uwagi Czytelnik już sam potrafi udzielić rzeczowej odpowiedzi na pytanie postawione w tytule artykułu. Zaznaczone było na początku tych rozważań, że dają się one zaliczyć do dziedziny zwanej bardzo mądrze „filozofią matematyki". Jest zrozumiałe, że to, co tu zostało przedstawione, jest niewielkim nie tyle fragmentem filozofii matematyki, ile raczej zasygnalizowaniem tej problematyki filozoficzno-matematycznej, która piszącemu te słowa wydawała się godna uwagi. Z takiego ujęcia treści artykułu wynika, że różne części pracy są różnego stopnia trudności. Autor cieszyłby się, gdyby ta różnorodność w przedstawieniu zagadnień stanowiła przesłankę do wniosku, że w filozofii matematyki są zagadnienia i ważne i ciekawe. Co bowiem jest zawsze łatwe, to nie wydaje się być prawdziwie głębokie i interesujące [24].

Mieczysław Lubański

---

[24] Czytelnikom, którzy chcieliby bliżej zapoznać się z problematyką szeroko rozumianej filozofii matematyki, można zaproponować do wstępnego czytania następujące pozycje łatwo dostępne.

PRACE OGÓLNIE INFORMUJĄCE O MATEMATYCE:

1. R. Courant, H. Robbins, *Co to jest matematyka*, Warszawa 1967.
2. M. Kline, *Matematyka a świat fizyczny*, Warszawa 1964.
3. R. Peters, *Gra z nieskończonością*, Warszawa 1962.
4. W. W. Sawyer, *Droga do matematyki współczesnej*, Warszawa 1969.

Prace z filozofii matematyki:

A. Zagadnienia ogólne.

1. K. Morozow, *Filozoficzne zagadnienia matematyki*, w: L. Bażenow, K. Morozow, M. Słucki, *Filozofia nauk przyrodniczych*, Książka i Wiedza 1968, 339—444.
2. B. Russell, *Wstęp do filozofii matematyki*, Warszawa 1958.
3. G. I. Ruzawin, *O prirode matimaticzeskogo znanija*, Moskwa 1968.
4. D. Gierulanka, *Zagadnienie swoistości poznania matematycznego*, Warszawa 1962.

B. Zagadnienia szczegółowe.

1. H. Freudenthal, *Rola intuicji geometrycznej we współczesnej matematyce*, „Wiadomości Matematyczne" 9 (1966—1967), 83—87.
2. A. Mostowski, *Współczesny stan badań nad podstawami matematyki*, „Prace Matematyczne" 1 (1955), 13—55.
3. A. Mostowski, *O niektórych nowszych wynikach meta-matematycznych dotyczących teorii mnogości*, „Studia Logica" 20 (1967), 99—116.
4. B. L. van der Waerden, *Pomysł i rozumowanie w matematyce*, „Wiadomości Matematyczne" 9 (1966—1967), 55—82.
5. E. Nagel i J. R. Newman, *Twierdzenie Gödla*, Warszawa 1966.

Podana tu literatura jest wybrana w bardzo skromnym zakresie. Nie wymieniano powtórnie tych tytułów, które były cytowane we wcześniejszych przypiskach. W powyższych pracach można znaleźć wskazówki do dalszej lektury na wyższym już poziomie. Trzeba zaznaczyć, że literatura z filozofii matematyki (szeroko rozumianej) jest niesłychanie obszerna.

MICHAŁ HELLER

O EWOLUCJI KOSMOSU I JEJ POCZĄTKU

UWAGI Z POGRANICZA FILOZOFII PRZYRODY I KOSMOLOGII

1

Wykształconego człowieka każdej epoki obowiązuje pewien obraz rzeczywistości. Istotne cechy tego obrazu są dziełem wspólnych przekonań właściwych danym czasom, choć pewne szczegóły każdy komponuje we własnym zakresie; tak, aby najwłaściwiej określić swój byt w stosunku do otaczającej go reszty świata. Przez długie wieki funkcję „dawania obrazu" spełniała fizyka Arystotelesa i astronomia Ptolemeusza. Mimo harmonijnych obrotów sfer niebieskich, był to w gruncie rzeczy obraz statyczny. Centrum świata — Ziemia tkwiła w wiecznym bezruchu. Dopiero Kopernik poruszył ją i zdegradował do poziomu innych *orbium coelestium*. Ale był to jeszcze wciąż niezmienny ruch po orbitach kołowych.

Od czasów Kopernika „dawanie obrazu" coraz bardziej stawało się zadaniem nauk przyrodniczych i równocześnie obraz ten coraz bardziej tracił swą statyczność. Obowiązujący dziś obraz wszechświata jest całkowicie przyrodniczy i całkowicie niestatyczny. Statyka zamieniła się w ewolucję, martwy obraz — w filmową superpanoramę.

Fakt ten ma doniosłe konsekwencje dla filozofii przyrody. W ślad za funkcją „dawania obrazu" szereg filozoficznie interesujących zagadnień przesuwa się na teren nauk przyrodniczych. Do takich zagadnień należy między innymi problem skończoności czasowej wszechświata (początek świata?) oraz jego skończonych, czy nieskończonych przestrzennych wymiarów.

Przedstawiciel filozofii przyrody w arystotelesowsko-tomistycznym wydaniu, Filip Selvaggi, w książce zatytułowanej *Cosmologia* (Romae 1962) stawia i próbuje uzasadnić następujące tezy:

1. „Wszechświat jest skończony pod względem trwania".
2. „Wszechświat jest wewnętrznie skończony pod względem rozmiarów".

W uzasadnieniu pierwszej tezy Selvaggi powołuje się na stwierdzony przez nauki przyrodnicze fakt jednokierunkowej ewolucji świata. „Ponieważ to co ewoluuje w określonym, postępowym i nieodwracalnym kierunku posiada skończone trwanie, (...) więc wszechświat posiada trwanie skończone". Warto zauważyć, że jeśli nawet Selvaggi udowodnił w ten sposób jakikolwiek początek, to najwyżej tylko początek ewolucji a nie początek samego wszechświata.

A oto argument Selvaggiego na rzecz drugiej tezy: „Nieskończoność pod względem rozmiarów może być zrealizowana albo przez jedno ciało nieskończone, albo przez nieskończoną ilość ciał, z których każde posiada skończone rozmiary. Obydwie możliwości należy wykluczyć: pierwszą, ponieważ, założywszy możliwość nieskończonego ciała, (...) niemożliwe byłyby inne ciała oddzielone od nieskończonego; drugą, ponieważ nieskończoność aktualna zawiera w sobie wewnętrzną sprzeczność (...) A więc wszechświat z konieczności winien być skończony pod względem rozmiarów".

Rozumowanie to jest tak prymitywne, że nie ratuje go zamieszczona po nim uwaga: „confirmatur ex recentioribus theoriis cosmologicis nostri temporis" (za potwierdzenie mogą służyć współczesne teorie kosmologiczne) [1]. Po prostu trzeba się zgodzić, że zagadnienia ewolucji kosmicznej i jej ewentualnego początku oraz przestrzennej skończoności, czy nieskończoności wszechświata raz na zawsze przeszły w sferę badań nauk przyrodniczych. I jeżeli zagadnienia te nadal interesują filozofa przyrody, to w tym punkcie swoich dociekań musi on korzystać z osiągnięć nauk szczegółowych [2]. Nauką, która bada strukturę i ewolucję wszechświata jako całości, jest kosmologia. Uważamy ją za dyscyplinę z pogranicza fizyki teoretycznej i astronomii (zwłaszcza astronomii pozagalaktycznej) [3].

---

1 Wszystkie powyższe cytaty znajdują się na str. 384—395 wspomnianej książki Selvaggiego.

2 „Wiadomo też, że kosmologia Tomaszowa zajmuje się również budową wszechświata jako całością, wszak stawia zagadnienie skończoności i nieskończoności wszechświata. W zasadzie przyjęła ona geocentryczny pogląd na budowę wszechświata od Ptolemeusza. Geocentryczna teoria okazała się błędna i musiała ustąpić heliocentrycznej teorii kopernikańskiej. Ponieważ kosmologia filozoficzna o orientacji tomistycznej nie opracowała jakiegoś nowego modelu wszechświata, zaszła potrzeba uzupełnienia tej luki przez modele wszechświata oparte na założeniach ogólnej teorii Einsteina (tzw. relatywistyczne modele wszechświata)". S. Mazierski, *Czy filozofia św. Tomasza z Akwinu jest systemem zamkniętym?*, „Roczniki Filozoficzne", s. XVI (1968), z. 3, s. 32—33.

3 Zagadnienie to poruszę w osobnym artykule.

2

Jesteśmy zatem na terenie kosmologii. Rozpatrzymy nieco dokładniej zagadnienie ewolucji kosmicznej i jej ewentualnego początku, odkładając problem przestrzennych rozmiarów wszechświata do innej okazji.

W kosmologii przeciwieństwem ewolucji jest stacjonarność. Wszechświat znajduje się w ewolucji, jeżeli jako całość podlega zmianom w czasie i jeżeli da się określić stały kierunek tych zmian [4]. Wszechświat znajduje się w stanie stacjonarnym, jeżeli jako całość jest w czasie niezmienny, mimo że poszczególne jego składniki (gwiazdy, galaktyki, gromady galaktyk) mogą podlegać kierunkowym zmianom (czyli ewolucji).

Przykładem układu stacjonarnego jest wszechświat Bondiego-Hoyle'a. W świecie tym poszczególne gwiazdy rodzą się, ewoluują, umierają; w skali galaktyk występuje wyraźnie kierunkowa zmienność: wszystkie galaktyki uciekają od siebie z ciągle rosnącymi prędkościami. Wszechświat się rozszerza, ale mimo to jako całość pozostaje niezmienny: miejsce uciekających galaktyk zajmują nowe. Budulcem nowych galaktyk jest materia, która nieustannie rodzi się z niczego w kosmicznej pustce. I to rodzi się dokładnie w takiej ilości, aby wyrównać straty powstające w gęstości materii na skutek rozszerzania — a więc i rozrzedzania — wszechświata.

Po okresie dużego zainteresowania modelem kosmologicznym Bondiego-Hoyle'a nadszedł okres kryzysu. Przeciwko koncepcji tych dwu uczonych przemawiają nie tyle racje teoretyczne — fizycy z czasem przyzwyczaili się nawet do kwestionowania przez model B—H zasady zachowania energii — ile raczej dane obserwacyjne. Bondi i Hoyle dotychczas nie potrafili wyjaśnić genezy chłodnego promieniowania radiowego jednostajnie wypełniającego wszechświat (według modeli ewolucyjnych promieniowanie to — wykryte ostatnio ponad wszelką wątpliwość — jest resztką po pierwotnym pra-wybuchu wszechświata) [5].

Modele relatywistyczne (nie licząc statycznego modelu Einsteina, który ma dziś znaczenie tylko historyczne) przedstawiają wszechświat bądź jako układ podlegający nieodwracalnym, kierunkowym zmianom (tzw. modele ekspandujące), bądź też jako układ podlega-

---

4 Z pojęciem ewolucji potocznie wiąże się jeszcze element zmienności od form prostszych do coraz doskonalszych (postęp, rozwój). W naszym określeniu ewolucji pomijamy ten element, ponieważ na terenie nauk fizykalnych nie można podać żadnego rozsądnego kryterium pozwalającego jednoznacznie zadecydować, czy A jest doskonalsze od B, czy odwrotnie.

5 Por. na ten temat mój popularny artykuł: *Początek świata*, „Tygodnik Powszechny", Nr 18 (1968).

jący zmianom odwracalnym, powtarzającym się okresowo: po fazie ekspansji następuje faza kurczenia, potem znowu ekspansja itd. (modele oscylujące, pulsujące).

Modele ekspandujące mają charakter ewolucyjny — wszechświat „rozwija się" w ściśle określonym kierunku: od stanów o większej gęstości materii ku stanom o mniejszej gęstości materii. Modele pulsujące można nazwać ewolucyjnymi ale w bardzo specyficznym, zawężonym sensie — w pewnym momencie (w tzw. punkcie maksimum) ekspansja przechodzi w kontrakcję, ewolucja zmienia kierunek, staje się deewolucją [6].

3

Zagadnienie ewolucji prowadzi do pytania o jej początek. W sprawie interpretacji „początku", o jakim mówi kosmologia, istnieje duże zamieszanie. Według George Gamowa „najprostszą i matematycznie najbardziej zwartą odpowiedzią na tę kwestię byłoby przypuszczenie, że Wielka Kondensacja, która miała miejsce we wczesnych dziejach naszego wszechświata, była wynikiem jakiejś katastrofy w jeszcze wcześniejszej erze i że obecna ekspansja jest po prostu 'elastycznym' odbiciem, jakie rozpoczęło się natychmiast — gdy tylko zagęszczenie osiągnęło maksymalnie dopuszczalną wielkość. (...) Najprawdopodobniej masy wszechświata do tego stopnia były zgniecione, że jakiekolwiek cechy strukturalne istniejące ewentualnie w 'przedkatastrofalnej erze' zostały kompletnie zatarte, a nawet atomy i ich jądra rozpadły się na cząstki elementarne (protony, neutrony i elektrony), z których były zbudowane". Gamow, trochę żartobliwie, proponuje, żeby okres przed Wielką Kondensacją nazwać „erą św. Augustyna", „gdyż właśnie św. Augustyn z Hippony pierwszy postawił pytanie: co Bóg robił zanim stworzył niebo i ziemię?" [7].

Inny znany kosmolog, E. A. Milne początek rozszerzania wszechświata wręcz utożsamia ze stwórczym aktem Boga. „Nie możemy formułować żadnych twierdzeń dotyczących stanu spraw w t = O — pisze Milne — w swoim akcie stwarzania Bóg nie posiadał obserwatora ani świadka, nawet w zasadzie (...) Nie możemy sobie wyrobić pojęcia o rzeczywistym wydarzeniu zachodzącym w t =O; możemy formułować twierdzenia zasadniczo dopiero po wydarze-

6 Ściśle rzecz biorąc jest tylko kwestią umowy, czy uznamy fazę rozszerzania za okres ewolucji, a fazę kurczenia za okres deewolucji, czy też postąpimy odwrotnie.

7 Powyższe cytaty są zaczerpnięte z książki G. Gamowa: *The creation of the Universe*, New York 1957, s. 36—37.

niu t = O. Co się tyczy pytania, dlaczego to wydarzenie miało miejsce, możemy tylko powiedzieć, że gdyby nie miało ono miejsca, nie byłoby nas i naszej dyskusji. Nie można powiedzieć, że wydarzenie to zaszło w czasie (podkreślenie Milne'a); nie było bowiem metody respektowania czasu przed t = O. Możemy tylko powiedzieć, (...) że żyjemy tyle a tyle lat po tym wydarzeniu" [8].

Pozostawiając na boku spory i interpretację „początku", które z konieczności muszą obracać się w dziedzinie domysłów, celem uściślenia terminologii, początkiem w kosmologii umawiamy się nazywać moment, od którego począwszy można sensownie mówić o ewolucji wszechświata w kierunku, w jakim obecnie się ona odbywa. Zwróćmy uwagę, że — ściśle rzecz biorąc — chodzi tu nie o absolutny początek świata (np. w sensie jego kreacji) lecz o początek kosmicznej ewolucji. O innym „początku" na terenie kosmologii pojętej jako nauka przyrodnicza sensownie nie może być mowy.

Tak rozumiany początek w równaniach przedstawiających relatywistyczny model ewolucyjny pojawia się jako tzw. osobliwość. Gdy czas dąży w granicy do chwili osobliwej, wówczas „promień wszechświata" dąży do zera a wartości ciśnień, temperatur i gęstości materii — do nieskończoności. Istnienie osobliwości psuje elegancję teorii. Z punktu widzenia fizyki powiedzenie: „temperatura (ciśnienie, gęstość czy jakakolwiek inna wielkość fizyczna) ma wartość nieskończoną" nie znaczy właściwie nic, jest powiedzeniem bezsensownym. Ponadto osobliwość nakłada ograniczenie na deterministyczny charakter kosmologii relatywistycznej. Na podstawie znajomości obecnego stanu wszechświata można z równań przedstawiających model wyliczyć dowolny stan wszechświata w przyszłości czy w przeszłości za wyjątkiem stanów poprzedzających chwilę osobliwą. Jest to sytuacja bardzo nietypowa dla wszelkiego rodzaju deterministycznych teorii. A dotychczasowa kosmologia niewątpliwie należy do takich właśnie teorii. Stąd liczne próby zlikwidowania osobliwości w modelach kosmologicznych.

Zgodnie z dość rozpowszechnionym przekonaniem pojawienie się osobliwości w modelach jest następstwem upraszczających założeń, jakie czyni się zwykle w trakcie konstruowania modeli. Chodzi tu głównie o założenie stwierdzające, że przestrzeń jest wypełniona materią jednostajnie (ściślej: jednorodnie, tzn. nie ma w przestrzeni uprzywilejowanych punktów, i izotropowo, tzn. nie ma w przestrzeni uprzywilejowanych kierunków). Jeśli wszechświat istotnie ekspan-

---

[8] *Modern cosmology and the Christian idea of God*, cyt. za E. L. Mascal, *Teologia chrześcijańska a nauki przyrodnicze*, Warszawa 1968, s. 129.

[8a] Por. np. J. Merleau-Ponty, *Cosmologie du XXe siècle*, 1965, s. 286—290.

duje, to cofając się w czasie, widzielibyśmy, że cała materia kurczy się aż do punktu; w ten sposób powstaje osobliwość. Gdyby zbudować — rozumowano — model wszechświata z materią rozrzuconą bezładnie w przestrzeni, to mimo rozszerzania znikłaby („rozmyłaby się") osobliwość. Okazuje się jednak, iż jest to mylne przekonanie.

Zagadnienie osobliwości w einsteinowskich równaniach pola (na nich właśnie opiera się cała kosmologia relatywistyczna) stanowi zawiły problem matematyczny. Przede wszystkim, co to jest osobliwość? Określenie osobliwości jako punktu, w którym pewne wielkości (np. temperatury, gęstości ciśnienia) przybierają w granicy wielkości nieskończone, nie jest matematycznie „dobrym" określeniem. Powszechnie już dziś wiadomo, że niektóre, określone właśnie w powyższy sposób, osobliwości da się zlikwidować przez prostą transformację współrzędnych. Osobliwości takie są więc raczej wynikiem przyjętego opisu — w jednym układzie współrzędnych istnieją, ale w innym można się ich pozbyć — niż odzwierciedleniem „obiektywnej" rzeczywistości [9]. Poszukujemy zatem — jak mówią matematycy — niezmienniczego określenia osobliwości, tzn. takiego określenia, które nie zależałoby od wyboru układu współrzędnych.

Problem zdefiniowania osobliwości nie jest tylko intelektualną łamigłówką. Chcąc zbudować model bez osobliwości (prawdziwej, a nie tylko pozornej), musimy wiedzieć c z e g o mamy unikać. Ponieważ jednak niezmiennicze zdefiniowanie osobliwości napotyka na nieprzezwyciężone do dziś trudności, można w tym miejscu zrobić pożyteczny unik. Po prostu punkty podejrzane o ukrywanie osobliwości „wycinamy" z czasoprzestrzeni. (W kosmologii relatywistycznej zamiast oddzielnie o czasie i przestrzeni mówi się łącznie o czasoprzestrzeni). Czasoprzestrzeń z takimi „dziurami" nazywamy czasoprzestrzenią niezupełną. Ścisłą definicję zupełności (i niezupełności) przestrzeni łatwo znaleźć w każdym podręczniku gałęzi matematyki zwanej topologią [10].

W przypadku bardziej ogólnych (niż euklidesowa) geometrii odpowiednikiem linii prostej są tzw. linie geodezyjne (np. na powierzchni kuli liniami geodezyjnymi są południki). W geometrii różniczkowej linie geodezyjne odmierza się za pomocą pewnego parametru zwanego parametrem kanonicznym (w pewnym szczególnie prostym przypadku parametr kanoniczny oznacza długość wzdłuż linii geodezyjnej mierzoną od dowolnie wybranego na tej

[9] Sytuacja taka ma miejsce np. w wypadku znanej osobliwości w metryce Schwarzschilda.

[10] Por. np. K. Kuratowski, *Wstęp do teorii mnogości i topologii*, Warszawa 1962, s. 145. Należy jednak zwrócić uwagę, że w dalszym ciągu chodzić nam będzie o specjalny rodzaj zupełności, o tzw. zupełność geodezyjną.

linii punktu zerowego). W przestrzeni zupełnej parametr kanoniczny wzdłuż dowolnej linii geodezyjnej może przybierać dowolnie wielkie wartości. Mówiąc mniej precyzyjnie, ale za to bardziej poglądowo, w przestrzeni zupełnej każda linia geodezyjna może być dowolnie przedłużona. Jeżeli taka sytuacja istotnie zachodzi, mówimy, że przestrzeń jest geodezyjnie zupełna. Rzecz jasna, w przestrzeni niezupełnej nie można każdej linii geodezyjnej dowolnie przedłużać: w razie natknięcia się na „dziurę" linia się urywa. W takim wypadku parametr kanoniczny wzdłuż linii geodezyjnej napotykającej na „dziurę" nie może przybierać dowolnie wielkich wartości. Gdy taka sytuacja ma miejsce, mówimy o przestrzeni geodezyjnie niezupełnej.

Po tej matematycznej dygresji powróćmy do problemu osobliwości. Otóż rolę ścisłej jej definicji może teraz roboczo odegrać następujące sformułowanie: przestrzeń (lub czasoprzestrzeń) jest pozbawiona osobliwości, czyli regularna, jeśli jest geodezyjnie zupełna. Pamiętamy o naszej poprzedniej umowie: wszystkie osobliwości wycinamy z czasoprzestrzeni. Jeżeli czasoprzestrzeń jest geodezyjnie zupełna, to znaczy nie ma „dziur", nic z niej nie wycięliśmy, czyli czasoprzestrzeń od początku była regularna, nie posiadała żadnych osobliwości. Powyższe zabiegi gwarantują, że wśród czasoprzestrzeni, jakie pozostały nam do dyspozycji, nie ma żadnej z osobliwościami, chociaż, być może, odrzuciliśmy przy okazji jakąś czasoprzestrzeń regularną, bez osobliwości, ale niezupełną, np. z niepotrzebnie powycinanymi „dziurami". Nasze robocze sformułowanie nie jest więc zbyt precyzyjne, daje nam jednak pewność, że po odrzuceniu innych pozostały nam tylko czasoprzestrzenie „porządne", bez „dziur" i bez osobliwości. Innymi słowy, geodezyjna zupełność jest warunkiem koniecznym, ale niewystarczającym, tego, by jakaś przestrzeń (czy czasoprzestrzeń) posiadała osobliwość [11].

Posługując się techniką „wykrawywania dziur" udało się sformułować szereg ścisłych twierdzeń dotyczących występowania osobliwości w różnych modelach kosmologicznych. Okazało się, że występowanie osobliwości nie jest następstwem upraszczających założeń, jakie czyni się konstruując modele kosmologiczne; jednostajny rozkład materii w przestrzeni nie jest odpowiedzialny za pojawienie się osobliwych chwil w historii wszechświata. Uzyskane twierdzenia idą jeszcze dalej. Wskazują one, że źródło osobliwości nie leży nawet w strukturze einsteinowskich równań pola. Racja występowania osobliwości kryje się w bardzo ogólnych za-

---

11 Por. na ten temat rozdział „What is a singularity?" w przeglądowej pracy: R. P. Geroch, *Singularities in the spacetime of General Relativity: their definition, existence, and local characterization*, Princeton 1967, s. 9—23.

łożeniach — znacznie bardziej podstawowych niż same równania pola — których trudno uniknąć w jakiejkolwiek „rozsądnej" teorii.

Dla przykładu rozpatrzmy twierdzenie udowodnione przez Hawkinga (1965)[12]. Nie zrażajmy się przy tym tajemniczymi pojęciami i symbolami, jakie w tym twierdzeniu występują. Nie chodzi nam bowiem o jego zrozumienie. Potraktujemy je raczej jako pewnego rodzaju abstrakcyjną ilustrację. Oto twierdzenie Hawkinga: Niech będzie dana dowolna czasoprzestrzeń M o następujących własnościach: (a) dla każdego czasopodobnego wektora ξ^{α} zachodzi związek $R_{\alpha\beta} \xi^{\alpha} \xi^{\beta} \geqslant 0$; b) M zawiera zwartą trójwymiarową podprzestrzeń S; c) dywergencja pola wektorów generowanych przez S jest ściśle dodatnia na S, wówczas czasoprzestrzeń M jest geodezyjnie czasowo niezupełna. Geodezyjna czasowa niezupełność oznacza, że osobliwości pojawiają się nie w przestrzeni, lecz w czasowym „wymiarze" czasoprzestrzeni M.

Warunek (a) z twierdzenia Hawkinga nakłada pewne ograniczenia na energetyczną zawartość wszechświata. Są to jednak ograniczenia bardzo tolerancyjne. Łamie je dopiero materia o gęstości 1 g/cm^3 i ciśnieniu minus 10^{15} atmosfer. Tak wielkie ujemne ciśnienie jest do tego stopnia mało prawdopodobnym zjawiskiem, że każda rozsądna teoria kosmologiczna musi się zgodzić na warunek (a). Warunek (b) jest również bardzo naturalny dla modeli wszechświata. Mówi on o tym, że przestrzeń świata powinna się zamykać (jak np. powierzchnia kuli). Natomiast można sobie wyobrazić „rozsądny model" nie podporządkowujący się warunkowi (c). Gdyby udało się udowodnić twierdzenie Hawkinga, ale bez założenia (b), mielibyśmy bardzo mocny wniosek stwierdzający, że każdy zamknięty (i nie płaski) wszechświat musi posiadać w swojej historii chwile osobliwe (lub przynajmniej jedną taką chwilę). Jednakże takiego twierdzenia dotychczas nie udowodniono. Istnieją tylko pewne poszlaki, iż jest ono prawdziwe[13].

Podobnie przedstawiają się i inne twierdzenia o osobliwościach[14]. Każde z nich, wśród swoich założeń, zawiera przynajmniej jedno, które nie musi być spełnione w rzeczywistym świecie. Twierdzenia te wskazują jednak, że 1° źródłem pojawiania się osobliwości nie są założenia upraszczające, jak np. wysoki stopień symetrii przestrzennej (jej jednorodność i izotropowość), lecz założenia o znacznie bardziej podstawowym charakterze; 2° w modelach zamkniętych istnieje większa tendencja do występowania osobliwości niż w modelach otwartych.

---

12 R. P. Geroch, dz. cyt., s. 33—34; w tejże pracy czytelnik znajdzie wyjaśnienie pojęć występujących w twierdzeniu Hawkinga.

13 Por. tamże, s. 36—41.

14 Por. tamże, s. 30—35.

Rozważania powyższe wskazują, że zagadnienia osobliwości nie da się przy pomocy konwencjonalnych metod wyeliminować z rozważań kosmologicznych, a co za tym idzie — zagadnienia „początku" z problematyki ewolucji modeli relatywistycznych.

4

W roku 1967 wysunąłem koncepcję seryjnych modeli wszechświata [15]. Zmienia ona dość radykalnie nasze poglądy na ewolucję świata i jej początek. Koncepcja seryjnych modeli wszechświata jest daleka od matematycznego wykończenia. Stanowi raczej pomysł niż fizyczną teorię. Jej zasadnicze idee przedstawiają się następująco.

W ortodoksyjnej kosmologii relatywistycznej każde dwa modele wszechświata w zasadzie są ze sobą konkurencyjne: jeżeli jeden model opisuje rzeczywisty świat, nie może go równocześnie opisywać drugi. Według koncepcji seryjnych modeli wszechświata dzieje rzeczywistego kosmosu są opisywane przez serię kolejno po sobie następujących modeli. W każdej chwili czasu kosmicznego [16] istnieje określone prawdopodobieństwo, że wszechświat zostanie „wytrącony" ze stanu opisywanego przez dany model (np. model P) a „wtrącony" do stanu opisywanego przez inny model (np. model Q) różny od poprzedniego. Taką sytuację nazywam p r z e j ś c i e m od jednego modelu (P) do drugiego (Q). Niektóre przejścia wynikają wprost z einsteinowskich równań pola (nazywam je przejściami pierwszego rodzaju), były one znane ortodoksyjnej kosmologii. Na przykład od dawna było rzeczą wiadomą, że każdy (monotonicznie) rozszerzający się model, w miarę gdy czas dąży do nieskończoności, przechodzi w tzw. pusty świat de Sittera. Za inne przejścia (nazywam je przejściami drugiego rodzaju) odpowiedzialny jest fakt, iż strukturę wszechświata jako całości mogą kształtować nie tylko oddziaływania grawitacyjne lecz również inne oddziaływania nie objęte einsteinowskimi równaniami pola (oddziaływania elektromagnetyczne, jądrowe). Właśnie te pozagrawitacyjne oddziaływania, teoretycznie rzecz biorąc, mogą w każdej chwili wytrącić wszechświat z danego modelu.

Wszystkie modele relatywistyczne można ułożyć w pewien uporządkowany szereg, taki że prawdopodobieństwo przejścia (drugiego rodzaju) między dwoma modelami należącymi do szeregu w pro-

---

15 M. Heller, *Seryjne modele wszechświata*, „Roczniki Filozoficzne", t. XV (1967) z. 3, s. 73—88.

16 Koncepcja seryjnych modeli wszechświata została rozwinięta tylko dla klasy modeli Robertsona-Walkera.

sty sposób zależy od „odległości", jaka dzieli te modele w szeregu. Ponadto prawdopodobieństwo przejść wzrasta w miarę zmniejszania się tzw. „promienia wszechświata". (Promień wszechświata jest to pewna wielkość matematyczna charakteryzująca etap ewolucji modelu). Okoliczność ta sprawia, że w erze kosmicznej, w jakiej przyszło bytować naszej cywilizacji, jakiekolwiek przejście od modelu do modelu jest znikomo mało prawdopodobne (duża obecna wartość promienia wszechświata), ale w miarę cofania się czasu, gdy promień wszechświata maleje a gęstość materii wzrasta, prawdopodobieństwa przejść wzrastają. W chwili osobliwej promień wszechświata w granicy równa się zeru, gęstość materii — nieskończoności, a prawdopodobieństwo przejść między jakimikolwiek dwoma modelami osiąga jedność: prawdopodobieństwo zamienia się w pewność. W osobliwości początkowej wszechświat nieustannie skacze od dowolnego modelu do dowolnego modelu, innymi słowy — nie jest opisywany przez żaden model relatywistyczny. Ale i odwrotnie każde przejście można interpretować jako pewną osobliwość w czasoprzestrzeni. W tej interpretacji osobliwości są czymś normalnym a nawet pożądanym. Wszechświat nie podlega już deterministycznej ewolucji — na podstawie znajomości stanu wszechświata w pewnej chwili nie można obliczyć z całą pewnością dowolnego jego stanu w przeszłości lub przyszłości — lecz rozwija się indeterministycznie — na podstawie znajomości obecnego stanu wszechświata da się obliczyć tylko prawdopodobieństwa z jakimi możemy twierdzić, iż w danej chwili świat znajdował się w tym a tym stanie. Mamy tu zatem do czynienia z nowym rodzajem ewolucji, z ewolucją indeterministyczną.

Początkowa osobliwość nie jest już niewygodnym ograniczeniem ewolucji. Cofając się wstecz, w miarę malenia promienia wszechświata, przejścia między modelami stają się coraz częstsze. Każde następne (licząc w kierunku cofającego się czasu) przejście może równie dobrze zbliżać jak i oddalać wszechświat od supergęstego stanu osobliwości. Chwila „początkowa" niejako rozmywa się w tych przejściach. Dla dowolnie oddalonego w przeszłości momentu można sensownie wypowiedzieć zdanie: Istnieje takie a takie prawdopodobieństwo, iż wszechświat znajdował się wówczas w takim a takim stanie (chociaż obliczenie tego prawdopodobieństwa może być zadaniem wcale niełatwym).

I jeszcze jeden ważny wniosek wynikający z koncepcji seryjnych modeli wszechświata. Zgodnie z tą koncepcją wykluczone jest powtarzające się w nieskończoność oscylowanie (pulsowanie) wszechświata. Istnieje przecież znikome prawdopodobieństwo, aby po każdym supergęstym okresie (w pobliżu chwili, gdy promień wszechświata równa się zeru), w którym przejścia są czymś bar-

dzo częstym, z a w s z e ustalał się model typu pulsującego; wszystkie modele mają jednakowe szanse. Podobnie — choć nie odwołując się do koncepcji seryjnych modeli wszechświata — rozumował amerykański astrofizyk chińskiego pochodzenia Hong-Yee Chiu. „Niektórzy relatywiści — pisze Hong-Yee Chiu — sądzą, że gdy model zamknięty osiągnie zerową wartość promienia, można do tego modelu dostawić inny model zamknięty. W ten sposób wszechświat będzie przeżywał naprzemian po sobie bez końca następujące okresy ekspansji i kontrakcji. Ale, jak to wynika z einsteinowskiej teorii grawitacji, faza ekspansji i kontrakcji może zdarzyć się tylko raz. Można by dowodzić, że ponieważ teoria Einsteina nie obowiązuje w początkach wszechświata, pewien nieznany mechanizm mógłby sprawić, iż wszechświat, z chwilą gdy osiągnie krytyczny promień, zmieni kierunek swojej ewolucji. Jednakże nie znamy żadnego mechanizmu zdolnego do podtrzymania tego rodzaju oscylacji i jakiekolwiek spekulacje na temat istniejącego 'być może' mechanizmu są czymś przedwczesnym" [17].

Kolejność modeli przez jakie przechodził nasz aktualny wszechświat w trakcie swojej ewolucji w zasadzie da się ustalić drogą obserwacji. Obserwując bowiem bardziej oddalone obiekty astronomiczne, obserwujemy tym samym wcześniejsze stadia ewolucji świata. Jeżeli więc kosmos w swojej historii „przeżywał" przejścia od modelu do modelu, to obserwacje bliższych obiektów powinny wyróżnić inny model, niż obserwacje obiektów odpowiednio bardziej oddalonych. Tego rodzaju obserwacyjne testowanie seryjnych modeli wszechświata stawia przed techniką obserwacyjną wygórowane wymagania i nie zanosi się, by wkrótce zostało urzeczywistnione.

5

Oto próbka kosmologicznych rozważań na temat ewolucji wszechświata i jej ewentualnego początku. Próbka niezupełnie reprezentatywna, ponieważ bogaty obserwacyjny aspekt zagadnienia celowo został w niej pominięty. Ale już ta próbka wystarczy, aby przekonać czytelnika, iż na obecnym etapie ludzkiej wiedzy, pod sankcją popadnięcia w śmieszność, nie można pozwalać sobie na wysunowanie argumentów „z głowy" mających autorytatywnie rozstrzygnąć zagadkę struktury i ewolucji wszechświata. Jeżeli filozof przyrody nie chce utracić prawa zabierania głosu w tych kwestiach, musi pozostawać w ustawicznym kontakcie z kosmologią rozumianą jako nauka w pełni przyrodnicza.

Michał Heller

---

17 *The evolution of the universe*, „Science", 8 (1968), s. 35.

Ks. JÓZEF KRASIŃSKI

OD KOPERNIKA DO SELENONAUTÓW

Szybkimi krokami zbliża się wielka rocznica: 500-lecie urodzin Mikołaja Kopernika. Już w sierpniu 1967 r. w Pradze na XIII Kongresie Międzynarodowej Unii Astronomicznej zaplanowano, że XV Kongres MUA odbędzie się w Polsce dla uczczenia rocznicy największego astronoma wszystkich czasów i twórcy wielkiego przewrotu naukowego. Różne komisje w Kraju na czele z Komisją Kopernikańską PAN przygotowują szczegółowy program obchodów jubileuszowych. Przygotowują się zwłaszcza miasta: Toruń, Kraków i Frombork. Trwają żmudne prace edytorskie nad wydaniem *Opera omnia* M. Kopernika. Tego rodzaju przygotowania do obchodów kopernikańskich obejmują zresztą cały świat naukowy. Już w czasie ostatniej sesji soborowej przedstawiciele polskiego Episkopatu Ks. Prymas Kardynał St. Wyszyński i Ks. Arcybiskup K. Wojtyła brali udział w uroczystej akademii ku czci M. Kopernika na uniwersytecie w Ferrarze.

Z drugiej strony jesteśmy świadkami oszałamiających sukcesów kosmonautyki. W grudniu minionego roku trzej kosmonauci amerykańscy opuścili Ziemię i na przeciąg krótkiego czasu przyjęli grawitacyjne obywatelstwo innej planety: znaleźli się w bezpośredniej bliskości Księżyca. W lipcu b. r. nowy Kolumb poczuł pod swymi stopami twardy grunt Nowego Świata.

Czy te dwa wyżej wzmiankowane fakty: narodziny Kopernika i narodziny kosmonautyki mają ze sobą jakikolwiek związek? Odpowiedź pozytywna na tak postawione pytanie jest nader oczywista. Niemniej jednak wymaga pogłębienia. By zrozumieć treść wieku dwudziestego, trzeba się cofnąć do wieku piętnastego.

I. NOTA BIOGRAFICZNA

Mikołaj Kopernik urodził się 19 lutego 1473 r. w Toruniu. W wieku dziesięciu lat stracił ojca. Wówczas zaopiekował się nim jego wuj Łukasz Waczenrode [1] ówczesny kanonik a potem biskup warmiński,

[1] Ta wersja nazwiska brata matki Kopernika jest dziś najczęściej przyjmowana.

co zapewniło mu aż do śmierci dostatnie życie i chleb, pozwalając spokojnie, bez lęku o jutro, poświęcić się pracy naukowej.

W latach 1491—94 studiuje Mikołaj Kopernik wraz ze swoim starszym bratem Andrzejem na Uczelni Jagiellońskiej. Były to lata wielkiej świetności Akademii Krakowskiej. Ściągała ona wówczas wielu słuchaczy z zagranicy. Wykładowcą był wtedy na uczelni najwybitniejszy ówczesny matematyk i astronom polski Wojciech z Brudzewa [2]. Jego to chyba wpływ sprawił, że w umyśle młodego Kopernika pojawiły się pierwsze wątpliwości co do prawdziwości systemu Ptolemeusza. W latach, kiedy odkrywcza wyprawa Krzysztofa Kolumba zainicjowała nową erę historii, myśl młodego polskiego geniusza pobudzona na ojczystej uczelni po raz pierwszy samodzielnie szybowała w przestrzeń kosmiczną przygotowując nie mniejszą rewolucję w dziejach ludzkości.

Na dalsze studia wyjeżdża Kopernik do Italii, gdzie na uniwersytetach w Bolonii, Padwie i Ferrarze studiuje prawo kanoniczne i medycynę. Zyskuje także szerokie wykształcenie humanistyczne, charakterystyczne dla doby Odrodzenia i pogłębia swoje zainteresowania astronomiczno-matematyczne obracając się w kręgu myśli astronomów starożytnych i najwybitniejszych astronomów wieku XV: Peurbacha, Müllera-Regiomontana i Domenico M. di Novara. Podobno Kopernik marzył, by zostać tak sławnym astronomem jak ów Johann Müller-Regiomontanus, a Domenico Maria di Novara na pewno nie przypuszczał, że dla potomnych największym tytułem do jego sławy będzie to, że był nauczycielem Kopernika.

Już w czasie studiów włoskich mianowany kanonikiem diecezji warmińskiej wraca Mikołaj Kopernik do kraju jako człowiek wszechstronnie wykształcony. „Pieniądze łożone hojnie przez Kapitułę na wykształcenie kanonika nie poszły na marne” [3]. Jako sekretarz, doradca i przyboczny lekarz swojego wuja-biskupa przepędza Kopernik kilka lat na zamku biskupim w Lidzbarku Warmińskim. W wolnych chwilach jako wykształcony i zamiłowany humanista tłumaczył starożytne utwory greckie na język łaciński (polski język jako literacki jeszcze się wtedy nie liczył), obserwował niebo i rozmyślał. W tym czasie zaczął też prawdopodobnie pisać swoją pierwszą rozprawę astronomiczną zawierającą zarys nowego systemu tzw. *Commentariolus*. Po śmierci opiekuna swojego, biskupa Łukasza Waczenrode, Kopernik prawie stale przebywa we Fromborku, gdzie w trudzie i mozole redagował swoje dzieło *De Revolutionibus orbium coelestium*, które imieniu skromnego kanonika fromborskiego zapewniło nieśmiertelność.

---

2 Jest dzisiaj sprawą sporną, czy Kopernik bezpośrednio korzystał z wykładów Wojciecha z Brudzewa.

3 W. Billig, *Rewolucja kopernikańska na tle epoki*, w: *Mikołaj Kopernik, Szkice monograficzne*, Warszawa 1965, s. 61.

Ale Kopernik prowadził nie tylko ciche, ukryte życie naukowca. Kapituła zleca mu różne odpowiedzialne funkcje: jest kanclerzem kapituły, doskonale spełnia rolę administratora dóbr kapitulnych w Olsztynie, w czasie wojny polsko-krzyżackiej jest nawet komendantem tego miasta. Po śmierci biskupa Fabiana z Łężan jest przez kilka miesięcy rządcą diecezji warmińskiej jako jej administrator, król Zygmunt Stary wysuwa go jako jednego z kandydatów na biskupstwo. Pisze Kopernik także rozprawę *O monecie*, w której ukazuje się jako niezwykle utalentowany ekonomista. Zdaniem wielu badaczy w tym traktacie zostało już sformułowane prawo obiegu pieniądza, znane później pod nazwą prawa Greshama [4]. Ale wydaje się, że Kopernik najbardziej znany był sobie współczesnym jako wybitny lekarz (jako astronom znany był tylko niewielkiej liczbie specjalistów). Zgłaszały się do niego o poradę lekarską wybitne ówczesne osobistości, jak np. książę Albrecht pruski i biskupi. Był podobno ofiarnym lekarzem względem prostego ludu warmińskiego. Ale jak wynika z zachowanych recept w dziedzinie medycyny Kopernik nie postąpił ani kroku naprzód i na tej płaszczyźnie naukowej nasz geniusz był tylko dzieckiem swojej epoki. Biograf Kopernika H. Kesten, nie bez przesady, co mu się niejednokrotnie zdarza, zaznacza: „Kopernik jako lekarz stosował się jednak do najciemniejszych tradycji i był wstecznikiem, jak wynika z recept, które zanotował w wielu swych książkach" [5].

Wolno zatem sądzić, że pomimo, iż Kopernik był prawdziwie l'uomo universale, podobnie jak współczesny mu inny wielki przedstawiciel Odrodzenia, Leonardo da Vinci, to jednak nie jego walory jako humanisty czy lekarza, nie jego wkład do ekonomii, które dzisiejsza kopernikanistyka z emfazą podkreśla, ale wyłącznie jego dzieło astronomiczne zapewniło mu nieśmiertelność u potomnych. Bez tego ostatniego nasz l'uomo universale znany byłby dziś zaledwie tylko garstce specjalistów.

Już niewielka rozprawa zwana *Komentarzykiem* przyniosła Kopernikowi pewien rozgłos w ówczesnym świecie astronomicznym. Wyrazem tego jest fakt, iż komisja Soboru Lateraneńskiego V (1512—1517) wyłoniona dla reformy kalendarza wysyłając zaproszenia do wybitnych ówczesnych astronomów także Kopernika wzywa do współpracy nad dziełem, którego potrzebę odczuwano w całym świecie chrześcijańskim, z uwagi na oczywiste braki i niezgodności starego kalendarza juliańskiego. Kopernik wówczas od-

---

[4] Por. E. Lipiński, *Kopernik jako ekonomista*, w: *Mikołaj Kopernik. Szkice monograficzne*, s. 217—18; ks. M. Borzyszkowski, *Mikołaj Kopernik w świetle nowszych badań*, „Studia Warmińskie" 1966, s. 442.

[5] *Kopernik i jego czasy*, tłum. z niem., Warszawa 1961, s. 377.

mówił. Własnego systemu jeszcze nie miał opracowanego a dotychczasowe teorie i obserwacje astronomiczne zdaniem jego nie pozwalały na ułożenie nowego dokładnego kalendarza. Dlatego radził odłożenie całej reformy. Już w tej odpowiedzi Kopernika czujemy, że w jego umyśle ważyły się wtedy losy astronomii.

Zrażony niedokładnością obserwacji astronomów starożytnych i dotychczasowych tablic astronomicznych podwaja polski uczony swoje wysiłki celem obserwacji nieba. Mozolnie pisze swoje dzieło. Poprawia je ciągle i uzupełnia, czego ślad do dziś mamy zachowany w manuskrypcie *De Revolutionibus* stanowiącym obecnie bezcenny skarb Biblioteki Jagiellońskiej. Praca była mozolna i niewdzięczna również dlatego, że obserwacje nie bardzo potwierdzały nowy system, który był w większym stopniu wynikiem genialnej intuicji niż rezultatem przeprowadzonych dowodów astronomicznych. Tak było zresztą aż do czasów Keplera a nawet Newtona.

Widocznie sława fromborskiego kanonika i zainteresowanie nową teorią rosły w świecie astronomicznym, skoro w r. 1539 przybywa do Fromborka młody profesor matematyki i astronomii z Wittenbergi Jerzy Retyk (J. J. von Lauchen). Z miejsca stał się on entuzjastą i wielbicielem Kopernika. Był też de facto pierwszym i jedynym jego uczniem. Zapoznawszy się z rękopisem dzieła Kopernika opublikował jego streszczenie w dziełku pt. *Narratio prima*. Genialne dzieło Kopernika uzyskało w ten sposób pierwszą reklamę w świecie naukowym. W dużym stopniu zasługą Retyka jest, że książka Kopernika w ogóle ujrzała światło dzienne. Aż strach pomyśleć, że dzieło to mogłoby pozostać w rękopisie zapomniane i niezauważone, a sławę należną Kopernikowi odebrałby jakiś uczony późniejszych wieków. Ale czy wówczas żyjąc w wieku XX-tym nie żylibyśmy treścią naukową wieku XIX lub, co gorsza, XVIII?

Drukarnia Petreiusa w Norymberdze zaczęła składać do druku rękopis Kopernika w r. 1542. Gdy 24 maja 1543 r. Mikołaj Kopernik umierał we Fromborku, być może prawdą jest, że gasnącymi oczyma ujrzał jeszcze przywieziony umyślnie egzemplarz z editio princeps i na jego karcie tytułowej odczytał:

NICOLAI COPERNICI TORINENSIS
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM COELESTIUM, LIBRI VI.
Norimbergae apud Joh. Petreium
Anno MDXLIII

Ciało wielkiego kanonika pochowano ze czcią w katedrze we Fromborku. Spoczął obok swojego wuja biskupa Łukasza Waczenrode.

Czy Kopernik miał święcenia kapłańskie? Wylano na ten temat

już niemało atramentu i farby drukarskiej. Kwestia do dziś jest nierozstrzygnięta. Nie ulega wątpliwości, że posiadał cztery niższe święcenia. Czy XVI-wieczny napis: „Nicolaus Copernicus, Sacerdos Canonicus" odpowiada prawdzie? Wielu kopernikologów skłania się do pozytywnej odpowiedzi na to pytanie. Wśród różnych racji powołują się na świadectwo Galileusza (w *Liście do Pani Krystyny Lotaryńskiej, wielkiej księżnej toskańskiej*) i na przekonanie płynące z prawa kanonicznego, że jako administrator diecezji warmińskiej z ramienia kapituły (w r. 1523) musiał mieć Kopernik święcenia kapłańskie. Bezpośrednich oczywistych argumentów jak dotychczas nie może przytoczyć ani jedna ani druga strona.

Nie powinna natomiast być przedmiotem sporu przynależność narodowa Kopernika. Historiografia niemiecka już od półtora wieku usiłuje dokonać aneksji kulturowej postaci Kopernika. Za rządów hitlerowskich dokonywano tego w sposób bardzo niewybredny. Długoletnia naukowa propaganda niemiecka sprawiła tyle, że nawet niektórzy uczeni z innych krajów podzielają przekonanie o przynależności Kopernika do kultury niemieckiej, inni zaś nie mają co do tego wyrobionego zdania. Większość jednak przedstawicieli kultury europejskiej przygotowując się do wielkich obchodów jubileuszowych pragnie uczcić w genialnym astronomie syna polskiego narodu.

Podobnie bezprzedmiotowy jest pogląd tych, którzy w Koperniku chcieliby widzieć wolnomyśliciela i ateistę. Kopernik — pisze H. Kesten — „wystąpił przeciwko całemu światu, zarówno przeciwko Kościołowi, jak i... przeciwko samemu Bogu" i „zepchnął Boga w nicość nieskończoności" [6]. W rzeczywistości Kopernik swoją żywą wiarę w Boga wyraża w sposób zupełnie niedwuznaczny. Pomijając inne pomniejsze pisma w samym tylko głównym dziele *De Revolutionibus* widzimy, że autor przedstawia heliocentryczny obraz świata jako pełne cudownej harmonii dzieło Wszechpotężnego Stwórcy. „Stwórcę wszechrzeczy" nazywa „Najlepszą i Najwyższą Istotą", zaznaczając, że świat został przez Nią stworzony dla szczęścia i dobra rodzaju ludzkiego. Argumentując na rzecz swojego systemu powołuje się także na sui generis rację teologiczną, że świat jako twór Boga musi się odznaczać doskonałością w geometrycznej prostocie i symetrii. Pozwólmy przemówić choćby jednym pełnym zdaniem samemu Kopernikowi. „Któż bowiem zgłębiając te rzeczy — pisze Kopernik w przedmowie do I księgi *O obrotach* — i widząc, jak wszystko w nich ustanowione jest w najlepszym ładzie i boską kierowane wolą, nie wzniesie się na wyżyny cnoty przez pilne ich rozważanie i stałą jakby zażyłość z nimi i nie będzie podziwiał Stwórcy wszechrzeczy, w którym się

6 Tamże, s. 6 i 17.

mieści całe szczęście i wszelkie dobro?"[7]. Dlatego „w imię prawdy historycznej musimy stwierdzić, że grubo mylą się ci, co przypisują Kopernikowi materialistyczny pogląd na świat" — podkreśla znakomity polski kopernikolog Aleksander Birkenmajer[8].

Osoba i dzieło życiowe Kopernika stanowią już dzisiaj przedmiot odrębnej dyscypliny naukowej zwanej kopernikanistyką. Do najznakomitszych polskich kopernikologów należeli w w. XIX ks. Ignacy Polkowski, a w w. XX Ludwik Antoni Birkenmajer i niedawno zmarły jego syn: Aleksander Birkenmajer.

II. KOPERNIK I ASTRONOMIA STAROŻYTNA

Genialność umysłu Kopernika polegała nie tylko na tym, że torował on nowe drogi nauce, chyba w równym stopniu geniusz Kopernika przejawił się także w tym, że opanował on biegle całą wiedzę astronomiczną nagromadzoną w ciągu dwu tysięcy lat. Taki jest zresztą warunek wszelkiego postępu naukowego. „Aby człowiek genialny ujrzał nareszcie i wypowiedział prawdę, ... całe tysiąclecia musiały przygotowywać i kształtować jego umysłowość"[9]. Kopernik zna dokładnie nie tylko system największego astronoma starożytności, Ptolemeusza, dla którego żywi niekłamany podziw, ale powołuje się także na innych astronomów, prekursorów jego myśli, jak Hiketas, Filolaos, Ekfantos, Heraklides z Pontu.

Starożytna szkoła pitagorejska kultywowała nie tylko filozofię i matematykę, ale także astronomię i kosmologię. Jednym z pierwszych osiągnięć tej szkoły było twierdzenie, że Ziemia jest kulą. Twierdzenie to weszło na stałe do arsenału nauki, zwłaszcza gdy potem poparł je Arystoteles powołując się m. in. na zjawisko zaćmienia Księżyca, kiedy Ziemia jako kula rzuca nań cień kolisty. Jeszcze większym osiągnięciem szkoły pitagorejskiej było przekonanie, że Ziemia obraca się dookoła osi raz w ciągu doby, co ma wytłumaczyć pozorny ruch sfery gwiazd. Pitagorejczycy poszli jeszcze dalej przyjmując ruch Ziemi po drodze kołowej dookoła centralnego ognia będącego środkiem wszechświata. Właśnie tego rodzaju wykończony system pitagorejski opracował Filolaos (V w. przed Chr.), na którego powołuje się Kopernik. Niemałe zasługi dla astronomii ma także Platon. Jego naczelna teza w tej dziedzinie głosiła, że ruchy planet nie są bezładne, ale rządzą nimi

---

[7] *O obrotach sfer niebieskich*, przekł. M. Brożka, Warszawa 1953, s. 51—52.

[8] *Osiągnięcia duchowieństwa polskiego w zakresie nauk matematycznych i przyrodniczych*, „Roczniki Filozoficzne" 1964 (t. XII, z. 3), s. 33—34.

[9] H. Kesten, dz. cyt., s. 23.

proste prawa matematyczne. Widzimy, jak ta idea dwa tysiące lat później drąży jeszcze umysł Keplera i pozwala mu dokonać genialnego kroku naprzód w zwycięskim pochodzie systemu kopernikańskiego. Z Akademii Platońskiej wyszedł Heraklides z Pontu (IV w. przed Chr.), który za pitagorejczykami przyjmuje obrót Ziemi około własnej osi. Nowością istotną w systemie Heraklidesa było twierdzenie, że Merkury i Wenus obiegają Słońce po torach kołowych. Uzasadniał je tym, że obserwacje wykazują, iż planety te nie oddalają się od Słońca w obie strony więcej, niż o pewien stały kąt. Heraklides z Pontu jest więc właściwym inicjatorem teorii heliocentrycznej, chociaż stosuje ją tylko do ruchu dwu planet. Jeszcze dalej poszedł Arystarch z Samos (III w. przed Chr.), zwany „Kopernikiem starożytności". Ze względu na luki w przekazie materiałowym nie wiemy, w jakim stopniu Arystarch z Samos opracował ruchy planet. „Decydującym dla nas jest fakt, że teoria Arystarcha jest w zasadzie zupełnie identyczna z heliocentryczną teorią Kopernika... Zaskakujące jest to, że Kopernik dwa tysiące lat później musiał walczyć o uznanie tych samych poglądów, które przedtem Arystarch głosił i bardzo dokładnie opisał. Stało się tak dlatego, że teoria heliocentryczna Arystarcha nie weszła na trwałe do nauki greckiej i szybko została zapomniana" [10].

Można się tu dziwić i pytać, dlaczego się tak stało. Czy starożytni uczeni odrzucili tę tak wyraźnie sformułowaną teorię na rzecz geocentryzmu ze względu na swój „dogmatyzm", skostniałość i zacofanie, jak się to nieraz formułuje? Odpowiedź, jaką przynosi historia nauki, jest iście paradoksalna. Teoria geocentryczna zwyciężyła wówczas dlatego, że na tamtym etapie rozwoju nauki była po prostu „prawdziwsza", była bardziej zgodna ze zdrowym rozsądkiem w przeciwieństwie do jej „rywalki", która uważana była za „wyssaną z palca", nie mającą za sobą żadnych przekonywających dowodów. Z analogicznych względów jeszcze odkrycie Kopernika będzie musiało długo, aż do czasów Newtona walczyć o pełne prawo obywatelstwa w świecie naukowym.

Największymi rzecznikami systemu geocentrycznego byli: czołowy filozof starożytności Arystoteles i największy astronom tejże epoki Ptolemeusz z Aleksandrii (II w. po Chr.). System geocentryczny Arystotelesa tłumaczył nie tylko ruchy ciał niebieskich, tłumaczył także w sposób spójny całą kosmologię i fizykę ziemską. Ziemia była dla Arystotelesa nie tylko ośrodkiem ruchu gwiazd i planet, była także absolutnym środkiem wszechświata, a przez to i środkiem wszelkiego ciężaru. To tłumaczyło dobrze starożytnym oczywisty fakt spadania ciał zawsze do środka Ziemi.

---

10 Z. Horsky i M. Plavec, *Człowiek poznaje wszechświat*, tłum. z czesk., Warszawa 1966, s. 66—67.

Wszelki inny ruch (pozapionowy) jako tzw. ruch nienaturalny, musiał być wynikiem działania jakiejś określonej siły.

Ruch poczynał się od najwyższej sfery gwiezdnej (sfery pojmowano na sposób fizyczny — jako coś krystalicznego — bo próżnia wg Arystotelesa, jest niemożliwa), i udzielał się coraz niższym sferom współśrodkowym aż do księżycowej, która mieszając w różnych proporcjach pierwiastki ziemskie powodowała w tymże świecie najrozmaitsze ciągle dokonujące się zmiany. W ten sposób ruchy niebios miały nieustanny wpływ na dzieje Ziemi. Jak już widać z powyższych pobieżnych uwag nie łatwo było dla kogokolwiek zmienić samą astronomiczną koncepcję geocentryzmu nie dając w zamian także całej nowej wizji kosmologicznej.

Z koncepcją krystaliczności sfer niezbyt dobrze zgadzał się system Ptolemeusza. Stanowił on jednak doskonałe opracowanie systemu geocentrycznego od strony astronomiczno-matematycznej. Dzieło Klaudiusza Ptolemeusza *Almagest* (arabski skrót pierwotnej nazwy *Megale Syntaksis* — „Wielka Składnia") stanowiło ukoronowanie astronomii starożytnej. Było w historii nauki pierwszym dokładnie usystematyzowanym matematycznym traktatem dającym pełne i szczegółowe wyjaśnienie całej mechaniki niebios. By wyjaśnić dziwne ruchy planet względem płaszczyzny ekliptyki, by wytłumaczyć ich nieregularną prędkość, cofanie się i związane z tym pętle niebieskie, a z drugiej strony aby ocalić prawidłowość doskonałego regularnego ruchu po okręgach (co było dogmatem nauki starożytnej), Ptolemeusz wprowadza pomocnicze koła i związany z tym wieloraki ruch ciał niebieskich po okręgach. Nie wdając się w geometryczną analizę deferentów, epicykli, ekscentryków, ekwantów i innych akcesoriów astronomicznego modelu Ptolemeusza, zauważmy tylko, że pozwalał on nadzwyczaj dokładnie przewidywać przyszłe ruchy planet, ich zmienną jasność, ich zagadkowe pętle, pozwalał obliczać przyszłe zaćmienia Słońca i Księżyca. Jednym słowem system Ptolemeusza spełniał na ówczesnym etapie rozwoju nauki wszystkie wymogi teorii naukowej. Czy mogła z nią wówczas konkurować hipoteza heliocentryczna? Biorąc jeszcze pod uwagę argumenty kosmologiczne Arystotelesa teoria heliocentryczna wobec swej „rywalki" była po prostu biednym kopciuszkiem. I minie jeszcze wiele stuleci, zanim kopciuszek przemieni się w królową.

„Całość kosmologii starożytnej — stwierdza prof. W. Zonn — opierała się na niezwykle trafnym wykorzystaniu pewnej zasady matematycznej, dowód słuszności której podał słynny matematyk J. B. J. Fourier dopiero w XIX w. Chodzi o twierdzenie orzekające, że każdy ruch periodyczny można przedstawić w formie sumy nieskończenie wielu ruchów jednostajnych kołowych... A że w rze-

czywistości orbity planet niewiele różnią się od kół, model starożytny znakomicie jak na owe czasy odtwarzał obserwowany ruch planet na niebie"[11]. Nic zatem dziwnego, że szczytowe osiągnięcie astronomii starożytnej, dzieło Ptolemeusza, Kopernik z zapałem studiował. Żywił ogromny podziw dla tego astronoma i w kompozycji swojego dzieła wzorował się na jego *Almageście*.

„Puszczony w ruch" model geocentryczny przez długie wieki pracował prawidłowo, ale w epoce średniowiecza, kiedy ilość pomiarów astronomicznych i ich dokładność ciągle wzrastała, trzeba było w myśl techniki Ptolemeusza dodawać coraz to nowe epicykle do epicykli i ekscentryki do ekscentryków, żeby drogę planet wyrazić jak najdokładniej. W rezultacie wzrastała gigantyczna kombinacja kół, która swą monstrualnością przerażała i zniechęcała niejednego astronoma. Rodziły się pierwsze poważne wątpliwości. W atmosferze epoki czuć było tęsknotę za prostotą systemu. Świtała z wolna era kopernikańska.

III. ŚREDNIOWIECZNI PREKURSORZY KOPERNIKA

Ponieważ „Kopernik podjął badania w tym punkcie, w którym Ptolemeusz je ukończył, wielu ludzi sądzi, że przez te trzynaście stuleci nauka w ogóle nie istniała. W istocie zaś w okresie tym prowadzono intensywną, choć bardzo nierównomierną działalność naukową, która odegrała doniosłą rolę w przygotowaniu gruntu dla powstania i zwycięstwa przewrotu kopernikańskiego"[12]. „W dziełach wybitnych uczonych tego okresu wyraźnie zaznaczyła się krytyka teorii geocentrycznej"[13]. Zatem „nauka średniowieczna nie miała charakteru statycznego. Scholastyczni krytycy Arystotelesa opracowali ważne alternatywne koncepcje wobec jego doktryny, a niektóre z nich odegrały istotną rolę w torowaniu drogi Kopernikowi"[14].

Pomijając szereg nazwisk (np. filozof Jan Szkot Eriugena w IX w. głosił, że Merkury, Wenus, Mars i Jowisz obiegają drogę wokół Słońca), wymienimy tutaj tylko najbardziej zasłużonych.

Kinematykę i dynamikę Arystotelesowską zaatakował w XIV w. Jan Buridan. Wysunął on słynną swoją teorię impetu (impet pojmował podobnie, jak dzisiejsza nauka pojmuje moment pędu). Nie wchodząc w analizę fizykalnej strony tej teorii, skonstatujemy tylko, że wyjaśniała ona zjawisko ruchu na całkiem innej zasadzie

---

[11] W. Zonn, *Astronomia dziś i wczoraj*, Warszawa 1965, s. 18 i 22.

[12] Th. Kuhn, *Przewrót kopernikański. Astronomia planetarna w dziejach myśli*, tłum. z ang., Warszawa 1966, s. 155.

[13] Z. Horsky, dz. cyt., s. 121.

[14] Th. Kuhn, dz. cyt., s. 164.

niż doktryna Arystotelesa. Pozwalała uzgodnić różne warianty ruchu na Ziemi z jej własnym obrotem dookoła osi. Teorię impetu burydaniści za swoim mistrzem skłonni byli stosować nawet do obrotu ciał niebieskich. W ten sposób zakwestionowana została absolutna dychotomia między obszarem nadksiężycowym i podksiężycowym. Ukazująca się tu możliwość pewnej unifikacji praw rządzących zarówno zjawiskami ziemskimi jak i niebieskimi stanowiła najbardziej bezpośredni wkład do rozpoczynającego się niebawem przewrotu kopernikańskiego i to nie tylko w wersji samego Mistrza z Fromborka, ale także w osiągnięciach Galileusza i Newtona [15].

Teorię impetu Buridana wykładano nie tylko w Italii, gdzie studiował Kopernik, wykładano ją także na uczelni Krakowskiej.

Idee Buridana wraz z krytycznym ustosunkowaniem się do kosmologii Arystotelesa rozwijał jego uczeń, biskup Mikołaj z Oresme. Poddawał on krytycznej analizie argumenty Arystotelesa za nieruchomością Ziemi, wyjaśniając, że równie dobrze kinematykę niebieską i ziemską można pogodzić z ruchem Ziemi [16]. W rozprawie Kopernika niejeden raz można natknąć się na argumentację bliźniaczo podobną do wywodów Mikołaja z Oresme. Czy polski astronom czytał traktaty swego poprzednika? Nie ma na to wyraźnych dowodów. Pozostaje tylko historycznym faktem, że doktryna Mikołaja z Oresme tkwiła wyraźnie w naukowej aurze tamtej epoki.

Najsławniejszym chyba prekursorem Kopernika był zwolennik filozofii neoplatońskiej kardynał Mikołaj z Kuzy (XV w.). Głosił on naukę o wszechświecie nieskończonym, gdyż jego zdaniem tylko taki świat godny jest nieograniczonej wszechmocy Bożej. Żaden punkt kosmosu nie jest wyróżniony, wszystkie ciała niebieskie na równi z Ziemią mają tę samą naturę, są w nieustannym ruchu. Chociaż Kuzańczyk był dobrym astronomem i bystrym obserwatorem nieba, to jednak nowa, zaskakująca wizja świata, jaką ukazywał, była rezultatem nie rachunków astronomicznych jak u Kopernika, lecz raczej owocem rozważań teologiczno-filozoficznych [17].

15 „Scholastycy podjęli również badania w wielu nowych dziedzinach oraz dokonali trwałych doktrynalnie modyfikacji w Arystotelesowej tradycji naukowej. Najistotniejsze z nich dotyczyły kinematyki i dynamiki oraz ruchu ciał ważkich ziemskich i niebieskich (w czasach po średniowieczu). Niektóre z najwybitniejszych osiągnięć Galileusza, zwłaszcza jego prace dotyczące swobodnego spadania ciał, potraktować można jako twórcze uporządkowanie koncepcji fizycznych i matematycznych, nagromadzonych uprzednio w żmudnym trudzie przez średniowiecznych badaczy" (Kuhn, dz. cyt., s. 182).

16 Mikołaj z Oresme opowiadał się za m o ż l i w o ś c i ą ruchu Ziemi i w tym kierunku argumentował, dla Kopernika ruch Ziemi jest faktem.

17 Podobną wizję kosmosu reprezentuje potem Giordano Bruno spalony za herezję panteizmu i błędy antytrynitarskie.

W średniowieczu zatem kosmologiczny gmach Arystotelesowsko-Ptolemejski ukazywał już swoje głębokie pęknięcia i choć trzeba będzie jeszcze trudu wielu geniuszy dla wybudowania doskonalszego, to przecież nowa naukowa wizja świata w przededniu wystąpienia Kopernika ukazywała już swoje zarysy [18].

IV. WKŁAD KOPERNIKA

Jak widzieliśmy, nauka Kopernika o ruchu Ziemi nie była koncepcją bez precedensu. Ale żaden ze starożytnych czy średniowiecznych zwolenników tej koncepcji nie opracował tak szczegółowego aparatu matematycznego, jak to uczynił Kopernik. Nikt też przed nim nie próbował tak dokładnie opisać wszystkich konsekwencji wynikających z ruchu Ziemi dla mechaniki niebios. I właśnie to zadecydowało o tym, że imię Kopernika oznacza dziś nie tylko początek nowej ery w historii astronomii, ale jest także symbolem narodzin całej nauki nowożytnej.

W przedmowie do dzieła *O obrotach* Kopernik wyznaje, iż szukał całkiem nowej zasady do obliczania ruchów ciał niebieskich. Dotychczasowe bowiem obliczenia matematyczne podawane przez różnych astronomów w oparciu o system geocentryczny pełne były niedokładności i sprzeczności. W świadomości Kopernika istnieje mocne przekonanie, że w tradycyjnej astronomii istnieje jakiś zasadniczy błąd, którego nie da się usunąć metodą ciągłego ulepszania systemu Ptolemeusza. Dlatego ze względów merytorycznych Kopernik odrzuca całą wielowiekową tradycję geocentryczną, stawiając całą astronomię na zupełnie innej zasadzie.

Przyjmuje Kopernik następujące założenia. Środkiem wszechświata nie jest Ziemia, ale największe z ciał niebieskich — Słońce. Wokół Słońca krążą planety poruszając się ruchem jednostajnym po okręgach. Wśród planet znajduje się także Ziemia z Księżycem, która obiega Słońce raz w ciągu roku obracając się równocześnie dookoła swej osi raz na dobę. Jeśli Ziemia krąży po orbicie, jasnym się staje, że pozorne błądzenia planet, ich pętle niebieskie są tylko odbiciem ruchu Ziemi. W systemie Kopernika Ziemia wykonuje aż trzy ruchy: obraca się wokół własnej osi, krąży po

---

18 „Nowe wielkie teorie naukowe XVI i XVII stulecia wywodzą się wszystkie z dziedzictwa scholastycznej krytyki systemu myśli Arystotelesowej. Większość tych teorii zawiera również podstawowe pojęcia stworzone przez naukę scholastyczną. Jeszcze ważniejsza jest tu postawa, jaką nowożytni uczeni odziedziczyli po swych średniowiecznych poprzednikach: niezachwiana wiara w zdolność ludzkiego rozumu do rozwiązywania zagadek przyrody. 'Wiara w możliwości nauki — pisał profesor Whitehead — która wyprzedzała rozwój nowożytnych teorii naukowych, stanowi nieuświadomioną pochodną średniowiecznej teologii' ", Th. Kuhn, dz. cyt., s. 189—190.

orbicie okołosłonecznej i jej oś powoli przesuwa się zakreślając koło na sferze niebieskiej. To ostatnie założenie było iście genialną nowością tłumacząc tzw. ruch precesyjny punktu równonocy wiosennej znany już od czasów Hipparcha (II w. przed Chr.), a stanowiący dla astronomii nielada orzech do zgryzienia.

Nie trzeba dodawać, iż stwierdzenie Kopernika, że Ziemia jest „tylko jedną z planet", było zdecydowanym aktem na rzecz unifikacji praw kosmosu przeciwko kosmologii Arystotelesa. Przerwana zostaje „zasłona" dzieląca kosmos na świat niebieski i podksiężycowy świat ziemski.

Mimo usilnego dążenia do stworzenia nowego prostego systemu Kopernik swojego zamierzenia nie osiągnął. Dziwna rzecz, historycy nauki stwierdzają, że rozprawa Kopernika *O obrotach sfer niebieskich* jest w równej mierze rewolucyjna i nowatorska, jak tradycyjna i konserwatywna. „Pod każdym względem, z wyjątkiem wprowadzenia ruchu Ziemi, dzieło Kopernika wydaje się bliższe pracom starożytnych i średniowiecznych astronomów niż pismom przyszłych pokoleń, opartych na kopernikanizmie... Trudno jest odkryć w *De Revolutionibus* ślady takiego przewrotu kopernikańskiego, jaki my znamy, i to jest... zasadniczy paradoks tego dzieła" [19].

W niejednym swoim rozważaniu autor *Obrotów* nie wybiega ani trochę poza kosmologię Arystotelesa i zasady Ptolemeusza. Jest tutaj całkowicie dzieckiem swojej epoki. I tak, nienaruszalny jest dla niego w dalszym ciągu aksjomat, że ruchy ciał niebieskich mogą być tylko ruchami jednostajnymi kołowymi. W związku z tym jego system popadł w sprzeczność z obserwacjami i ani trochę nie był lepszy od ptolemejskiego w przewidywaniu zjawisk astronomicznych. By usunąć te niedokładności, Kopernik musiał się uciekać na wzór Ptolemeusza do epicykli i ekscentryków (zlikwidował natomiast zdecydowanie ekwanty). Tak więc system jego w ogólnych ideach nowatorski, w szczegółowym opracowaniu uciekał się do starych podpór, które wprowadzał niejako tylnymi drzwiami. W rezultacie stawał się niewiele mniej skomplikowany niż stary. Rozprawa *De Revolutionibus* rozpoczyna się od oskarżenia tradycyjnej astronomii o brak dokładności, skomplikowany charakter i sprzeczności. Te same zatrzuty, jakie kierował Kopernik wobec Ptolemeusza, adekwatne były względem jego systemu.

Ze względu na wprowadzenie ekscentryków, ponieważ środek kołowej orbity ziemskiej znajdował się poza Słońcem, historycy astronomii nie nazywają systemu Kopernika ściśle heliocentrycznym, ale heliostatycznym lub helioekscentrycznym. Nie rezygnuje także Kopernik z układu Arystotelesowskich sfer koncentrycznych,

19 Tamże, s. 207 i 241.

choć nie jest jasne, jak daleko idzie w tym względzie za myślą starożytnego kosmologa. Dopiero następcy Kopernika odrzucili niepotrzebne już sfery uznając, że ciała niebieskie rozproszone są w pustej przestrzeni.

W sumie oceniając dzieło Kopernika należy stwierdzić, że nowatorskie, rewolucyjne idee starał się on wbudować w starą koncepcję wszechświata Arystotelesowskiego. Próba nie powiodła się. Nie było na to żadnych szans. Dopiero następcy Kopernika dostrzegli wszystkie konsekwencje, jakie wynikały z jego myśli i na gruzach systemu Arystotelesowsko-Ptolemejskiego zbudowali nowy. Ale czy można mieć pretensje do genialnego kanonika z Fromborka o to, że nie był równocześnie Kopernikiem, Keplerem i Newtonem?

Nie ma potrzeby wyważać już dawno otwartych drzwi i głosić wielkimi słowami chwałę polskiego astronoma. Trudno jednak powstrzymać się od kilku uwag na ten temat.

Nie można wstąpić dziś do najbliższej księgarni, żeby kupić książkę Kopernika *De Revolutionibus orbium coelestium*. Poza wąską grupą specjalistów dzisiaj już nikt jej nie czyta. Jest po prostu przestarzała. Ale wielkość Kopernika leży nie w szczegółowo opracowanym przez niego systemie planetarnym, ale w fakcie, że wysunięte przez niego propozycje stały się początkiem wielkiej rewolucji naukowej. Tę rewolucję kontynuowali i dokonali dopiero Galileusz, Kepler i Newton. „Dzieło Mikołaja Kopernika — to początek nie tylko astronomii współczesnej, ale początek nowoczesnej nauki o wszechświecie i o przyrodzie"[20]. Z rewolucją w umysłach ludzkich, jaką to dzieło spowodowało, może konkurować tylko rewolucja Darwinowska w w. XIX i Einsteinowska w w. XX. Dlatego właśnie o polskim astronomie uczy się dzisiaj każde dziecko w szkole i jeśli wierzyć światowym statystykom (na podstawie ankiet) jest on najsławniejszym, najbardziej znanym spośród uczonych wszystkich czasów. Pracował nad dziełem swojego życia Kopernik wytrwale przez kilkadziesiąt lat. A odkrycia swojego dokonał, „o czym nigdy nie wolno zapominać, niemal na sto lat przed wynalezieniem teleskopu, z pomocą nędznych drewnianych przyrządów, które często miały podziałkę znaczoną tylko atramentem. Jeśli to nie był wielki człowiek, to któż na całym świecie może rościć sobie pretensję do takiego miana?"[21]. Był Kopernik człowiekiem cichym, skromnym, nie zabiegającym o zaszczyty i bogactwa, ale tylko namiętnym poszukiwaczem prawdy o wszechświecie. „Z najłagodniejszego człowieka staje się

---

[20] L. Infeld, *Od Kopernika do Einsteina*, w: *Mikołaj Kopernik. Szkice monograficzne*, dz. cyt., s. 145.

[21] H. Kesten, dz. cyt., s. 261.

on — stwierdza z emfazą H. Kesten — jeśli chodzi o ideę, bezwzględnym rewolucjonistą, tak radykalnym, jak był chyba przed nim tylko Chrystus!... Cichy, mieszkający na uboczu kanonik stał się twórcą nowej ery" [22].

V. KOŚCIÓŁ I KOPERNIK

W rozważaniach naszych banałem już będzie przypomnienie, że Mikołaj Kopernik nie tylko był człowiekiem wierzącym, ale należał także do szeregów duchowieństwa katolickiego. Choć nie jest rzeczą pewną, czy posiadał wyższe święcenia, pewne jest, że był kanonikiem Kapituły Warmińskiej a także (prawie do śmierci) scholastykiem przy Kolegiacie św. Krzyża we Wrocławiu. Posiadając dostatnie uposażenie kościelne mógł spokojnie przez większą część swojego życia poświęcić się żmudnym dociekaniom naukowym. Tworzona przez niego nowa teoria astronomiczna budziła od początku u przedstawicieli Kościoła pewne zainteresowanie. Jako dowód rodzącej się jego sławy astronomicznej może posłużyć fakt, że został zaproszony, jak już wspominaliśmy, za papieża Leona X (w 1514 r.) do współpracy z komisją soborową powołaną dla zreformowania kalendarza. Imię przewodniczącego tej komisji Pawła, biskupa Fossombrone, cytuje sam Kopernik w przedmowie do *Obrotów*. Historycy posiadają również dowód przychylnego zainteresowania się heliocentryczną nauką Kopernika przez papieża Klemensa VII (1523—1534). W r. 1536 pisze z Rzymu entuzjastyczny list do Mikołaja Kopernika kardynał kapuański Mikołaj Schönberg: „Zrozumiałem bowiem, że nie tylko znasz wyśmienicie wynalazki dawnych matematyków, lecz utworzyłeś także nową teorię świata. W niej nauczasz, że Ziemia się porusza; Słońce dno świata stanowi i przeto otrzymuje miejsce środkowe... Dlatego, mężu głęboko uczony — prosi dalej kardynał — jeśli Ci nie będę natrętny, proszę Cię i błagam usilnie, abyś tego odkrycia swego udzielił miłośnikom nauki i jak najśpieszniej posłał mi swoje badania nad sferą świata wraz z tablicami i cokolwiek masz ponadto, co by do tejże materii należało" [23]. List ten zamieści Kopernik we wstępie do dzieła *O obrotach*.

Najserdeczniejszym przyjacielem Kopernika i doskonałym znawcą jego nauki był biskup chełmiński Tideman Gize, o którym

22 Tamże, s. 401. Por. także wypowiedź J. Gadomskiego o Koperniku: „Wyprzedził on współczesnych o całe stulecia, poglądy jego były całkowicie nowe, wręcz rewolucyjne, nic więc dziwnego, że dopiero w drugiej połowie XIX wieku w pełni doceniono wkład tego potężnego umysłu" (*Powstanie kosmosu i jego życie*, Warszawa 1963, s. 14).

23 Cyt. za Kestenem, dz. cyt., s. 367.

sam Kopernik pisze, że był „oddany z największym zapałem tak teologicznym, jak i wszystkim innym naukom szlachetnym" [24]. Jak świadczy Retyk (a potwierdza to i sam Kopernik), biskup Gize nalegał ciągle na swego przyjaciela z Fromborka, by jak najprędzej wykończył i opublikował swoje znakomite dzieło. A zatem biskup katolicki i młody uczeń, entuzjasta Kopernika, wyznawca Lutra, Jerzy Retyk, złączyli się w akcie ekumenicznej współpracy i spowodowali to, że genialne dzieło Kopernika nie zostało zapomniane w rękopisie, ale ujrzało światło dzienne. Gdy Kopernik ciężko zachorował i zbliżała się już ostatnia chwila jego życia, biskup Gize donosząc o tym fakcie w jednym z listów pisze: „kiedy jest ciężko chory, jedynie niewielka garstka przyjaciół może mu okazywać pomoc i współczucie, podczas gdy my wszyscy pozostajemy jego dłużnikami dzięki jego czystemu sercu, bezkompromisowości i wszechstronnej wiedzy" [25].

Jeszcze przed śmiercią Kopernika jego idee propaguje w strofach poetyckich inny biskup polski. Jest nim bezpośredni zwierzchnik Kopernika, ówczesny biskup warmiński, humanista i poeta, Jan Dantyszek.

Publikując dzieło swojego życia dedykował je Kopernik papieżowi Pawłowi III, do którego zwraca się w przedmowie uroczystymi słowami. Kiedy z drukarni norymberskiej wyszła książka Kopernika, interweniuje jeszcze raz w sprawie swego zmarłego przyjaciela biskup Gize, protestując gorąco przeciwko fałszywej, dodanej przez wydawcę przedmowie (napisał ją luteranin A. Osiander). Ciało Kanonika fromborskiego pochowano ze czcią w murach katedry. W r. 1581 ówczesny biskup warmiński, znany w historii literatury polskiej, Marcin Kromer, wystawił mu w murach tejże świątyni tablicę pamiątkową.

W r. 1582 papież Grzegorz XIII wprowadza w życie reformę kalendarza. W gruncie rzeczy opiera się ona już na pracy Kopernika. W ciągu całego XVI wieku nic nie zapowiada późniejszych burzliwych dziejów kopernikanizmu.

Opublikowane w Norymberdze dzieło Kopernika wśród współczesnych nie wywołało prawie żadnego echa. Nowy system, jak zobaczymy, poparła zaledwie garstka zwolenników. W związku z tym Kesten z gorzką ironią zauważa, że „śmierć zaoszczędziła (Kopernikowi) wstydu z powodu nazbyt małego wrażenia, jakie wywarło jego dzieło *De Revolutionibus*" [26]. Dopiero wystąpienie Galileusza rozpoczęło właściwą rewolucję kopernikańską. Galileo Galilei bystry obserwator nieba i właściwy twórca metody ekspe-

---

[24] *O obrotach*, dz. cyt., s. 46.
[25] Cyt. za Kestenem, s. 477.
[26] Tamże, s. 481.

rymentalnej w nauce był gorącym szermierzem nauki Kopernika. Teraz o nowej wizji świata dowiadują się o wiele szersze kręgi ludzi. Wybuchają zażarte spory i dyskusje. Ścierają się argumenty zwolenników Arystotelesa i Ptolemeusza z coraz liczniejszymi wyznawcami nowego poglądu na wszechświat. Coraz więcej ludzi zdaje sobie teraz sprawę, że w całym tym sporze nie chodzi tylko o jakiś nowy sposób obliczania ruchów ciał niebieskich, ale idzie o totalną przebudowę całej dotychczasowej kosmologii.

A kosmologia ta, choć nie wynikała z danych Objawienia, de facto w umysłach milionów ludzi była mocno sprzężona z religijną wizją świata i życia. Jak to określa dowcipnie A. C. Crombie, kosmologia arystotelesowska przez przypadek historyczny była zaślubiona z Pismem św., ale było to nie tyle prawdziwe małżeństwo, ile konkubinat [27]. Arystotelesowska wizja świata bardzo odpowiadała wyobraźni chrześcijańskiego człowieka średniowiecza. Podobała mu się hierarchiczna drabina bytów ciągnąca się od piekieł (gdzieś we wnętrzu Ziemi) aż po najwyższą sferę gwiazd, gdzie była siedziba Boga i miejsce wszystkich zbawionych. Człowiek w życiu doczesnym zajmował w tym świecie szczebel pośredni. Żył w obszarze podksiężycowym, gdzie panuje ciągła zmienność, cierpienie, niepewność, wszystko, co charakteryzuje „padół płaczu". Ale to położenie pośrednie dla człowieka średniowiecza w dramacie życia chrześcijańskiego miało także znaczenie strategiczne. Mógł się kierować w dół idąc za swą ziemską, cielesną naturą albo za swą duszą dążyć wzwyż poprzez coraz doskonalsze sfery aż do osiągnięcia Boga. W ten sposób struktura wszechświata — makrokosmosu symbolizowała i wskazywała na naturę i przeznaczenie człowieka jako mikrokosmosu. Taki plan wszechświata ukazuje w swojej genialnej wizji poetyckiej wielki pisarz średniowiecza Dante. Nawet sfery niebieskie w ujęciu Dantego mają swoje określone siły napędowe, które odpowiadają za wiecznie doskonały ruch kołowy. Są nimi po prostu Inteligencje czyste, Substancje niematerialne czyli Aniołowie. Był to zresztą pogląd nie tylko Dantego, choć oczywiście z prawdziwą teologią nie miał nigdy nic wspólnego.

I oto przy takim stanie przeciętnej świadomości przychodzi nowa zaskakująca wizja świata poczęta z dzieła Kopernika. I choć wizja ta nie obala absolutnie żadnego dogmatu religijnego, to jednak konfrontacja wielu prawd religijnych z nowym układem rzeczy dla niejednego jest szokująca. Wszystko wydaje się być teraz nie na swoim miejscu. Jeśli Ziemia jest jedną z planet, niczym nie różniącą się od innych, to jest całkiem możliwe, że i po-

27 A. C. Crombie, *Nauka średniowieczna i początki nauki nowożytnej*, t. II, Warszawa 1960, s. 256.

zostałe planety są zamieszkałe przez ludzi. A co w takim razie z dogmatem Wcielenia, Odkupienia? Czy ludzie na innych planetach mogą po Adamie i Ewie dziedziczyć grzech pierworodny? Czy da się teraz utrzymać status pośredniego miejsca Ziemi, padołu ziemskiego pośredniego między demonami i aniołami? A co z doskonałością sfer niebieskich? Gdzie teraz umiejscowić niebo i piekło?

Jeśli dodamy do tego liczne pytania i zastrzeżenia natury fizykalnej dotyczące ruchu Ziemi, o których będzie jeszcze mowa, wówczas zrozumiemy gwałtowne opory, jakie budził konsekwentnie rozwijany system kopernikański. Z punktu widzenia religijnego, a jeszcze bardziej z punktu widzenia kosmologicznego dla niejednego wydawał się być po prostu sprzeczny ze zdrowym rozsądkiem. My dzisiaj wzbogaceni o doświadczenia i dorobek wieków, kształtowani od małego w aurze nowej nauki z pobłażaniem patrzymy na tamte naiwne pytania, ale dla ludzi tamtej epoki były to problemy trudne do rozwiązania.

Problemy te i trudności nie omijały nawet najwyżej hierarchicznie postawionych teologów, chociaż w tamtej epoce, jak wiemy nie brakło wśród przedstawicieli Kościoła także prekursorów i zwolenników Kopernika. Kiedy za sprawą Galileusza wybuchła burza namiętnych sporów, wyznawcy dawnego systemu domagają się od władz kościelnych czynnej ingerencji i ocenzurowania tez Kopernika. Już w XVI wieku dzieło Kopernika zaatakowali przywódcy kościołów protestanckich: Luter, Melanchton i Kalwin. W wieku XVII włączają się do akcji władze Kościoła Katolickiego. W r. 1616 Galileusz otrzymuje pierwsze ostrzeżenie i w tymże roku dzieło Kopernika *De Revolutionibus* dostaje się na indeks. Galileusz z przekonania katolik pragnący wiernie służyć Kościołowi nie rezygnuje jednakże z odważnej i żarliwej próby przekonania teologów z Kongregacji Rzymskich, że system Kopernika jest nie tylko hipotezą matematyczną, przydatną dla rachunków astronomicznych, ale jest obiektywnie prawdziwy.

Posiada Galileusz swoich zwolenników nie tylko wśród teologów różnych krajów (np. ks. Stanisław Pudłowski, prof. Akademii Krakowskiej), nie tylko spośród zakonów (zwłaszcza pijarzy popierali go i w ciężkich chwilach opiekowali się nim), ale nawet w samej Kurii Rzymskiej (trzech spośród dziesięciu kardynałów-sędziów odmówiło swoich podpisów przeciwko Galileuszowi). Mimo to jednak Galileusz nie uniknie procesu. Dążą do niego rywalizujący z nim astronomowie, zazdrośni o sławę i urażeni gwałtownymi sposobami polemiki prowadzonej przez Galileusza, prą do niego konserwatywni teologowie z Kurii Rzymskiej. Wyrok, jaki zapadł po procesie (1633 r.), opiewa, że Galileusz przez trzy lata ma od-

mawiać raz w tygodniu siedem psalmów pokutnych, jego *Dialog* należy do ksiąg zakazanych. Jako więzień Galileusz internowany jest w swej własnej willi w Arcetri pod Florencją, gdzie mieszka razem z córkami. Beneficja kościelne nie zostały mu cofnięte. Prowadzi nadal obfitą korespondencję, przyjmuje wielu gości i nadal prowadzi intensywną pracę naukową opracowując w tym czasie najważniejsze dzieło swojego życia *Rozmowy i dowodzenia matematyczne w zakresie dwóch nowych umiejętności* (opublikowane w r. 1638).

Obok rzekomych racji religijnych, jakie zaprowadziły Galileusza przed trybunał Św. Oficjum, negatywne nastawienie teologów przeciwko niemu wzmagał jeszcze fakt, że na gruncie czysto przyrodniczym Galileusz nie rozporządzał jeszcze w pełni przekonywającymi dowodami za systemem Kopernika. Kardynał R. Bellarmin, kierujący dochodzeniami przeciwko Galileuszowi (czynił wszystko, by wyrok był jak najłagodniejszy), wyznawał, że gotów byłby tłumaczyć różne teksty biblijne mówiące (w jego mniemaniu) o stałej Ziemi i ruchu Słońca nie w sposób dosłowny, lecz metaforyczny, ale musi mieć ku temu jakieś poważne racje, np. gdyby teza Kopernika była na gruncie przyrodniczym prawdziwie udowodniona. „Jednakże jeśli o mnie chodzi — stwierdzał — nie uwierzę, że istnieją takie dowody, dopóki nie zostaną mi one przedstawione"[28]. A był to jeszcze wówczas pogląd, jak zobaczymy, podzielany przez wielu przedstawicieli świata naukowego. Możemy oczywiście ubolewać i dziwić się zarazem, że Bellarmin, wybitny przecież teolog, tak był przywiązany do błędnych poglądów swojej epoki, ale czy dzisiejsi teologowie i miliony wierzących chrześcijan nie podzielają różnych błędów naukowych własnej epoki, które skorygują przyszłe pokolenia badaczy? (Sam do niedawna wierzyłem mocno z chemikami całego świata, co mi wbijano w szkole jako „pewnik naukowy", że gazy szlachetne nie mogą tworzyć związków chemicznych; a gwałtowna i niewybredna opozycja wielu naukowców przeciw Einsteinowi?)

Niektórzy historycy negatywną reakcję katolicką na kopernikanizm próbują jeszcze wyjaśnić ówczesną wewnętrzną sytuacją Kościoła, którą określa się mianem kontrreformacji. Był to mianowicie okres walki z protestantyzmem. Z jednej strony protestanci głosząc prymat Biblii wytykali katolikom, że idąc za Kopernikiem nie trzymają się wyraźnych tekstów Pisma św., sprzecznych ich zdaniem z nową teorią. Z drugiej strony Kościół Katolicki jako stróż i tłumacz Pisma św. bał się „wypuścić" jego interpretację na fale subiektywizmu i liberalizmu, właściwego rodzącym się coraz

[28] Tamże, s. 259.

to nowym doktrynom protestanckim, a także bał się oddać prawa tej interpretacji w ręce ludzi świeckich, czego niemały przykład jako „uzurpator" dawał w swoich wywodach sam Galileusz [29].

Wszystko to oczywiście nie usprawiedliwia kroków katolickich władz kościelnych przeciwko Galileuszowi i kopernikanizmowi [30]. Jako wyznawcy ewangelii Chrystusowej nie boimy się jednak samokrytyki, co więcej, jesteśmy zobowiązani do nieustannego rachunku sumienia, także w perspektywie historycznej (dziś w dobie Vaticanum II lepiej to rozumiemy). Jako katolicy nie wstydzimy się prawdy, że istnieją grzechy w Kościele. Jest bowiem dogmatem wiary, że obok czynnika boskiego istnieje w Kościele także element ludzki, ułomny. Ludzie Kościoła popełniali różne grzechy, jak to wskazuje historia (i bieżąca rzeczywistość), nie brakło też grzechów przeciwko wolności. Trzeba tylko na nie patrzeć z odrobiną obiektywizmu, rozpatrywać je na tle całej panoramy historycznej, bez chęci gigantyzacji i demonizacji. Nie powinniśmy zapominać że podobne błędy i grzechy obarczają także mocno naszą supernowoczesną epokę i dla naszego pokolenia stanowią także zagrożenie [31].

Casus Galilei i wciągnięcie na indeks dzieła Kopernika jest już od XVIII wieku potężnym katalizatorem zarzutów i ataków na Kościół Katolicki. Ignorancja XVII-wiecznych teologów miała fatalne konsekwencje dla Kościoła. Powstało bowiem w kręgach przyrodników mniemanie, że pomiędzy wiarą i nauką istnieje przepaść. Choć dzisiaj taki pogląd jest już anachronizmem, pokutuje jednak jeszcze w niejednym umyśle ludzkim. Dlatego prawdziwe chyba jest stwierdzenie Teilharda de Chardin, że konsekwencje

---

29 N. b. jego uwagi na temat egzegezy biblijnej były ogromnie trafne, por. ks. J. Kudasiewicz, *Stary Testament w świetle współczesnej krytyki*, „Znak" 136, s. 1316.

30 W r. 1968 kardynał König zapowiedział powołanie komisji kościelnej, która przeprowadzi rewizję procesu przeciwko Galileuszowi.

31 „Czy sprawa Galileusza nie przypomina wielu spraw, których widownią był wiek dwudziesty?" — pyta prof. L. Infeld (dz. cyt., s. 165), a ks. J. I. Buba taką uwagą kończy swój artykuł *Za Galileuszem do Arcetri*: „Casus Galilei sprzed trzystu laty nie powinien odwracać niczyjej uwagi od spraw naszych czasów. Problem Galileusza stał się symbolem walki o wolność nauki. Dziś zagadnienie to jest bardziej niż kiedykolwiek aktualne. Naszemu pokoleniu dobrze jest znane prześladowanie ludzi za ich naukowe przekonania i niszczenie ośrodków uprawiających naukę w sposób niezgodny z urzędową doktryną. Pojedyncze fakty rehabilitacji nie zamykają zagadnienia, są tylko próbą naprawienia krzywd jednostkowych; utraconych lat ani uczonym, ani nauce nawet przy rehabilitacji nikt nie zwróci. Historycy nauki zbiorą wszystkie dokumenty tych prześladowań i upomną się w przyszłości o wszystkich Galileuszów. Niniejszy artykuł niech będzie więc też przypomnieniem, że casus Galilei trwa" („Znak" 37—38, s. 182).

konfliktu „wiara-nauka" „zrobiły chrześcijaństwu więcej krzywdy, niż najcięższe prześladowania" [32].

Jeszcze jedno musimy podkreślić, żeby już postawić kropkę nad „i" w naszych „kościelnych" rozważaniach nad Kopernikiem. Często można spotkać w literaturze, zwłaszcza w publikacjach popularno-naukowych, twierdzenie, że starożytny system geocentryczny był dogmatem Kościoła Katolickiego, a Kopernik obalił ten dogmat, czyniąc przez to „doniosły krok naprzód na drodze do... materialistycznego pojmowania świata" [33]. Kryje się tu oczywiście grube nieporozumienie. Jak już rozważaliśmy, system geocentryczny arystotelesowsko-ptolemejski był przez długie wieki traktowany (prawie powszechnie) jako pewnik kosmologiczny; miał też szereg poważnych implikacji w religijnej świadomości (a zwłaszcza wyobraźni) wielu chrześcijan. Nie był jednak dogmatem wiary. Nigdy bowiem geocentryzm nie był przedmiotem definicji ani jakiegokolwiek soboru, ani jakiegokolwiek papieża. Przeciwnie, we wszystkich epokach żyli w Kościele ludzie reprezentujący odmienne stanowisko, niż Ptolemeusz i Arystoteles. Przypomnijmy Mikołaja z Kuzy. Głosił on naukę o ruchomej Ziemi, Słońce traktował jako jedną z gwiazd w nieskończonym wszechświecie, a przecież był kardynałem i legatem papieskim i dzieła jego cieszyły się ogromną poczytnością bez jakichkolwiek protestów i krytyki ze strony władz kościelnych. Podobnie biskup Mikołaj z Oresme i wspominani już wyżej hierarchowie katoliccy, przyjaciele Kopernika. Także św. Tomasz z Akwinu, chociaż jest zwolennikiem systemu Ptolemeusza, nie traktuje go jednak jako prawdy wiary. Odmawia mu nawet charakteru pewnika kosmologicznego. W komentarzu do II księgi Arystotelesa *De coelo et mundo* traktując o systemie geocentrycznym i koncepcji sfer stwierdza, że chociaż założenia te wyjaśniają ruchy ciał niebieskich, to jednak nie wynika stąd, że na pewno są prawdziwe. Bo jest możliwe, że „w jakiś inny sposób jeszcze przez ludzi niepojęty można by wyjaśnić zjawiska w świecie gwiazd" [34]. Podobnie w *Summie teologicznej* św. Tomasz jako hipotetyczny traktuje sy-

---

[32] P. Teilhard de Chardin, *La crise présente. Réflexions d'un naturaliste.* „Etudes" 1937, s. 165.

[33] *Historia Polski*, PAN, t. I cz. II, PWN 1955, s. 295. Por. *Mikołaj Kopernik. Szkice monograficzne*, dz. cyt., s. 38, 111; H. Kesten, dz. cyt., s. 89; Z. Horsky, dz. cyt., s. 115.

[34] „Illorum tamen suppositiones, quas adinvenerunt, non est necessarium esse veras: licet enim, talibus suppositionibus factis, apparentia salvarentur, non tamen oportet dicere has suppositiones esse veras; quia forte secundum aliquem alium modum, nondum ab hominibus comprehensum, apparentia circa stellas salvantur" (*Opera omnia*, t. III, Romae 1886, s. 186—187). Pogląd ten wyraża w tejże samej lectio 17, w której stwierdza, iż w czasach Arystotelesa nie było jeszcze znane zjawisko precesji: „Est autem hic considerandum quod tem-

stem epicykli i ekscentryków przypuszczając, że jakieś inne założenia mogłyby równie dobrze wyjaśnić zjawiska niebieskie [35]. Szkoda wielka, że XVII-wieczni teologowie rzymscy nie wertowali dokładnie pism św. Tomasza.

Nierzadko casus Copernici symplifikuje się, przedstawiając, że nauce genialnego astronoma przeciwstawiała się garstka obskurantów mająca za sobą potężną, wrogą nauce organizację Kościoła Katolickiego. Zobaczmy zatem, jak wyglądała recepcja nauki Kopernika w ówczesnym świecie naukowym. Zrozumiemy wówczas, że wielu ówczesnych przedstawicieli Kościoła, nie wyłączając tych wysoko postawionych, było po prostu nieodrodnymi dziećmi swej epoki.

VI. RECEPCJA KOPERNIKANIZMU

Opublikowanie w r. 1543 dzieła Kopernika ani trochę nie wpłynęło na zasadniczy bieg myśli astronomicznej. W ciągu całego wieku XVI ukazuje się wiele nakładów dotychczasowych tradycyjnych podręczników astronomii i przyrodoznawstwa, w których po prostu ignoruje się naukę Kopernika. Niektórzy specjaliści astronomowie admirują Kopernika, podziwiają jego niesłychaną erudycję, nazywają go „drugim Ptolemeuszem", jego książkę przyrównują do *Almagestu,* wykorzystują dane z załączonych przez Kopernika tablic matematycznych i wykresów, ale wcale nie przestają być wyznawcami Ptolemeusza. Zasadniczą tezę Kopernika o ruchu Ziemi albo ignorują, albo odrzucają jako coś absurdalnego. Do takich właśnie astronomów XVI-wiecznych należał Erazm Reinhold, który oddał bardzo wielką przysługę doktrynie Kopernika. Opracował on mianowicie nowe, pełne tablice astronomiczne (tzw. tabele pruskie), opierając się głównie na metodach rachunkowych Kopernika. Ponieważ tablice te były powszechnie w Europie używane, przy okazji zwracały uwagę świata naukowego na polskiego astronoma.

Do pierwszych nielicznych zwolenników Kopernika, oprócz wyżej wymienionych entuzjastów, takich jak Retyk, biskup Gize i kardynał Schönberg, należał angielski astronom Tomasz Digges i matematyk Robert Recorde, filozof Giordano Bruno, nauczyciel Keplera

---

pore Aristotelis nondum erat deprehensus motus stellarum fixarum... ab occidente in orientem super polos Zodiaci... ita quod tota revolutio earum compleatur in triginta sex millibus annorum" (tamże, s. 189).

[35] „Sicut in astrologia ponitur ratio excentricorum et epicyclorum ex hoc, quod, hac positione facta, posunt salvari apparentia sensibilia circa motus coelestes: non tamen ratio haec est sufficienter probans; quia etiam forte alia positione facta salvari possent" (*S. Th.* p. I, qu. 32, a. 1).

Michał Mästlin, w Polsce znakomity profesor uczelni krakowskiej ks. Jan Brożek (późniejszy proboszcz w Staszowie), no i wreszcie w XVII wieku najwięksi: Galileusz i Kepler. Wkład tej stosunkowo nielicznej garstki entuzjastów Kopernika sprawił to, że przewrót kopernikański w historii nauki stał się faktem. System Kopernika opracowany w dziele *O obrotach* od strony pragmatycznej nie był wcale lepszy od Ptolemeusza, był także wbrew intencjom autora mocno skomplikowany, mimo tō dla nich słusznie uchodził za prostszy i bardziej ekonomiczny. Dla ówczesnych „astronomów wybór pomiędzy systemem Kopernika a Ptolemeusza mógł być tylko kwestią wyczucia" [36]. Zwolennicy Kopernika czuli właśnie, że w astronomii heliocentrycznej leży klucz do rozwiązania wszelkich problemów astronomicznych.

Zanim jednak kopernikanizm zwycięży, musi stoczyć długą batalię na polu naukowym. Wypowiadają mu walkę liczne autorytety naukowe, wśród których nie brak nazwisk prawdziwie wielkich uczonych, wytacza się potężne kolubryny przyrodniczej argumentacji, z którymi wówczas nie łatwo było sobie poradzić.

„Jeśli Kopernik był największym astronomem europejskim w pierwszej połowie XVI wieku, to największym autorytetem w tej dziedzinie w drugiej połowie stulecia cieszył się Tycho Brahe. Jeśli mielibyśmy oceniać ich z punktu widzenia ich fachowej sprawności, musielibyśmy stwierdzić, że Brahe był człowiekiem wybitniejszym...". Ale mimo to „przez całe swe długie życie był on przeciwnikiem kopernikanizmu, a jego wielki autorytet powstrzymywał skutecznie innych astronomów od przyjęcia nowej teorii" [37]. Ale rzecz paradoksalna, tak jak potem w XIX wieku G. Cuvier będzie zaciętym przeciwnikiem ewolucjonizmu, a mimo to jako wielki twórca paleontologii i anatomii porównawczej przyczyni się ogromnie do zwycięstwa idei ewolucji w biologii, tak było i ze stosunkiem Tychona Brahe do kopernikanizmu. Był on genialnym i najbardziej precyzyjnym obserwatorem nieba w całej historii astronomii przed-teleskopowej. Właśnie jego obserwacje stały się materiałem do sformułowania słynnych praw keplerowskich, potężnego kroku naprzód w zwycięskim pochodzie idei Kopernika.

Ale obok Tychona Brahe nie brak innych sławnych oponentów względem kopernikanizmu. Do nich należy francuski pisarz i myśliciel polityczny Jean Bodin, który w bardzo ostrych słowach atakuje kopernikanizm (książka, w której zwalcza naukę Kopernika, dostała się na indeks kościelny ze względu na doktrynę ateistyczną). Zawziętym przeciwnikiem idei Kopernika był Jan Amos Komeński, przedstawiciel Braci Czeskich, uważany za twórcę

36 Th. Kuhn, dz. cyt., s. 264.

37 Tamże, s. 306—307.

nowożytnej pedagogiki (o dziwo, jemu zawdzięczamy przechowanie rękopisu *De Revolutionibus*). Astronom włoski, znakomity selenolog J. B. Riccioli w dziele *Almagestum novum* (1651) oddaje hołd Kopernikowi nazywając jeden z wielkich kraterów księżycowych jego imieniem, ale sam przyjmuje system Tychona Brahe a nie Kopernika. W opozycji do tez Kopernika znajduje się matematyk i astronom Ch. Clavius, twórca nowożytnej filozofii empirycznej Fr. Bacon z Werulamu, autor *Raju utraconego* John Milton, nawet B. Pascal nie może pokonać oporów w przyjęciu teorii Kopernika.

Jakież to argumenty naukowe wysuwają oponenci Kopernika? Wymienimy częściej spotykane. Jeśli uświadomimy sobie, że Newtona jeszcze wówczas nie było, prawo grawitacji nie było znane, to zrozumiemy, że różne racje typu fizykalnego przytaczane przez zwolenników stałości Ziemi nie były błahe. Zrywająca z potocznym ludzkim doświadczeniem, „szokująca, sprzeczna ze świadectwem zmysłów i zdrowym rozsądkiem teoria" [38] Kopernika nie była łatwa do przyjęcia.

Jeżeli Ziemia byłaby w ruchu — argumentowali zwolennicy Ptolemeusza — to wówczas chmury, ptaki w locie i samo powietrze przesuwałyby się do tyłu (na zachód). Bez przerwy istniałby wielki wiatr wiejący w kierunku przeciwnym do ruchu Ziemi. Gdyby Ziemia wykonywała obrót w ciągu jednej doby, to ze względu na jej wielkie rozmiary jej powierzchnia wirowałaby ze straszliwą prędkością. Taka wirująca kula wyrzuciłaby w przestrzeń wszystkie przedmioty znajdujące się na jej powierzchni, podobnie jak grudki błota wyrzucane są przez koła powozu. Zresztą sam wiatr wytwarzany przez tak ogromną prędkość rotacji zmiótłby z powierzchni Ziemi ludzi, drzewa, budynki.

Czyżby ruch Ziemi nie dał się odczuć doświadczalnie? Jeżeli poruszenie się fragmentu skorupy ziemskiej (trzęsienie ziemi) powoduje takie spustoszenia, to cóżby było, gdyby poruszała się cała Ziemia? „Nikt o zdrowych zmysłach — pisał J. Bodin — nikt, kto posiada minimalną choćby wiedzę fizyczną, nie pomyśli, że Ziemia — ciężka i bezwładna wskutek swego ciężaru i masy — kręci się wokół własnego środka i wokół Słońca. Przy najmniejszym nawet drganiu Ziemi widzielibyśmy, jak walą się w gruzy domy i fortece, miasta i góry" [39]. Nawet ci astronomowie, którzy skłonni byli przyjąć teorię Kopernika na płaszczyźnie astronomicznej, przemyślawszy tego rodzaju konsekwencje fizyczne, odwracali się od niej czym prędzej. Albowiem „nie były to błahe argumenty" [40].

---

38 W. Billig, dz. cyt., s. 70.

39 Th. Kuhn, dz. cyt., s. 291.

40 W. Mejbaum, *Kłopoty z początkiem świata*, Warszawa 1962, s. 63.

A jak wytłumaczyć kinematykę ziemską, jeśli Ziemia znajduje się w ruchu? — pytano zwolenników Kopernika. — Dlaczego kamień czy strzała wyrzucona pionowo w górę wraca na to samo miejsce? „Albo weźmy inny klasyczny zarzut przeciwko idei ruchu Ziemi i zwróćmy uwagę na ptaka siedzącego wysoko na gałęzi drzewa. Ptak zauważył na ziemi robaczka i sfruwa z drzewa. Tymczasem Ziemia (wraz z robaczkiem) obraca się z ogromną prędkością" [41] i jeszcze z większą szybkością pędzi po orbicie dookoła Słońca, w rezultacie ptak zagubi się w przestworzach. A kinematyka ciał niebieskich? Czy możliwe byłoby, jak to przyjmuje Kopernik razem z Ptolemeuszem, że Księżyc krąży dookoła Ziemi, jeżeli Ziemia mknie po przestworzach z zawrotną szybkością? Dlaczego nie zgubi Księżyca po drodze? Jeśli nie Ziemia lecz Słońce według Kopernika jest środkiem wszechświata, dlaczego kula ziemska nie spadnie na Słońce? (eteryczne sfery arystotelesowskie nie spadały na Ziemię, m. in. dlatego, że nie miały ciężaru materii „ziemskiej").

Już sam Kopernik widział te rozliczne trudności. Dlatego wahał się z opublikowaniem swojego dzieła (skłonili go do publikacji przyjaciele). Na szereg trudności starał się odpowiedzieć w swoim dziele. Podejmował np. zarzuty z praw ruchu. Na wzór Mikołaja z Oresme nawiązywał do teorii impetu Buridana. Ale niewielu przekonał. Dopiero Newton przyniesie genialną odpowiedź, a pierwszych mechanicznych dowodów na ruch Ziemi dostarczy dopiero w. XIX (wahadło Foucaulta 1851 r.; dziś wiemy, że wynikająca z ruchu obrotowego Ziemi tzw. siła Coriolisa wywołuje szereg charakterystycznych zjawisk na Ziemi i musi być skrupulatnie brana pod uwagę przy wysyłaniu w przestrzeń kosmiczną sztucznych satelitów).

Największy zarzut typu czysto astronomicznego wobec teorii Kopernika, zarzut najbardziej „fachowy" był spowodowany brakiem paralaksy. Jeśli bowiem Ziemia wędruje wokół Słońca przebywając w ciągu roku wielką drogę, to jej ruch musi się uwidocznić przez różnicę kątów, pod jakimi obserwujemy daną gwiazdę. Tego rocznego przesunięcia paralaktycznego gwiazd stałych na próżno szukał Kopernik. Dla bystrego obserwatora nieba Tychona Brahe absolutny brak jakiejkolwiek oscylacji gwiazd był decydującym momentem w odrzuceniu teorii Kopernika. Problem ten znany był już zresztą astronomii starożytnej. Arystoteles i inni uczeni starożytności także odrzucili teorię o ruchu Ziemi z powodu braku zjawiska paralaksy. Po raz pierwszy przesunięcie paralaktyczne gwiazdy zmierzył dopiero astronom niemiecki F. W. Bes-

---

[41] J. B. Cohen, *Od Kopernika do Newtona. Narodziny nowej fizyki*, Warszawa 1964, s. 15.

sel w r. 1838, kiedy już funkcjonowały wydoskonalone teleskopy. Zatem prawie w 250 lat po śmierci Kopernika został wreszcie odnaleziony upragniony dowód, ale było to już w czasach, kiedy ruch Ziemi w całym świecie naukowym nie budził wątpliwości. Czy „Kopernik starożytności" Arystarch z Samos przypuścił choćby na chwilę, że efektu, którego on szukał na niebie, będą poszukiwać na próżno wszyscy astronomowie świata przez przeszło dwa tysiące lat? Podkreślić jeszcze trzeba w tym względzie wielką intuicję Astronoma z Fromborka. Nie mogąc znaleźć upragnionego zjawiska paralaksy bronił się w swoim dziele, że widocznie sfera gwiazd jest bardzo odległa od układu słonecznego. Nauka w pełni przyznała mu rację.

Dla ludzi XX wieku argumentacja przeciwników Kopernika w niejednym przedmiocie może wydawać się po prostu śmieszna. Dzisiaj podstawowe idee kopernikańskie znają nawet dzieci. Ale dzieje się tak dlatego, że „już w młodym wieku autorytet nauczycieli, rodziców, książek każe im wierzyć, że Ziemia jest w istocie poruszającą się planetą; ich zdrowy rozsądek ulega reedukacji, a argumenty wywodzące się z codziennego doświadczenia tracą na sile. A reedukacja ta jest czymś istotnym" [42]. Tymczasem ludzie tamtych wieków byli kształtowani w odmiennym klimacie naukowym i postawieni wobec nowej wizji świata musieli wybierać. A ponieważ „Kopernik przez całe życie nie mógł definitywnie dowieść swojej hipotezy i nawet dużo lepsze dowody dostarczone przez Galileusza i Keplera mogły być nieprzekonywające dla sceptyka" [43], to nic dziwnego, że dla ówczesnego świata nauki wybór między teorią Kopernika i Ptolemeusza nie był wcale łatwy. A bez pomocy teleskopów i innych nowoczesnych środków naukowych nie można było uzyskać przekonywających dowodów na rzecz ruchu Ziemi. Na historyczny więc spór między doktryną geo- i heliocentryczną należy patrzeć sine ira et studio, okiem obiektywnego badacza dziejów. To końcowe podkreślenie — niech mi wolno będzie wypowiedzieć się słowami prof. Zonna — „nie ma na celu jakiegoś apologizowania systemu geocentrycznego, ani jego rehabilitacji, której zresztą — moim zdaniem — wcale nie potrzebuje. Chodzi mi tylko o to, by na tę sprawę mieć pogląd współczesny, nie osiemnastowieczny, który dominował i niestety dotychczas dominuje w szerokiej opinii publicznej" [44].

Ostra opozycja względem teorii Kopernika nie była wyjątkiem

---

[42] Th. Kuhn, dz. cyt., s. 74.

[43] K. B. Krauskopf, *Podstawy nauk przyrodniczych*, tłum. z ang. Warszawa 1963, s. 27.

[44] *Astronomia dziś i wczoraj*, dz. cyt., s. 23. Por. także tegoż autora: *Kosmologia*, w: *Astronomia popularna*, Warszawa 1967, s. 357.

w historii nauki. Specjalista od dziejów nauki może tu przytoczyć wiele przykładów. Klasyczną tego typu ilustracją może być opozycja względem myśli ewolucyjnej Lamarcka. Ale przytoczmy jeszcze kilka innych tego rodzaju konkretów, na które dzisiaj patrzymy nie bez swoistego poczucia tragikomizmu. Gdy w r. 1790 w miasteczku Barbotan we Francji spadł rój meteorytów, co stwierdziła w formie protokołu rada miejscowa z burmistrzem na czele, ówczesny wybitny uczony francuski Berthollet pisał: „Jakiż smutek ogarnia na wiadomość, że władze miejskie hołdują przesądom, które nie tylko fizycy, ale wszyscy ludzie rozsądni uważają za godne pożałowania" [45]. Gdy w r. 1794 E. Chladni ogłosił książkę o meteorach dowodząc, że są rzeczywiście pochodzenia pozaziemskiego, wywołało to falę oburzenia w świecie nauki, a autor książki został wyśmiany. Jeden z fizyków napisał, że „Chladni musiał sam być trafiony w głowę kamieniem z nieba, skoro napisał taką rzecz" [46]. A jednak z czasem nauka rzeczywiście uznała meteoryty za przybyszów spoza Ziemi. „Galvani został nazwany 'tancmistrzem żab', dopiero Volta potrafił przekonać, że chodzi o genialne odkrycie; próba umieszczenia tablicy ku czci Joule'a, zasłużonego na polu termodynamiki napotkała opór Royal Society w Londynie w 1841 r. To samo Towarzystwo, mające tak zachęcające początki, wyśmiało spostrzeżenia Franklina o wyładowaniach elektrycznych. Pierwszym rezultatem jego spostrzeżeń była odmowa ogłoszenia ich drukiem, o wiele później natomiast — powszechne zastosowanie piorunochronów" [47]. Jeszcze w początkach XX wieku znakomity energetyk W. Ostwald był zdecydowanym przeciwnikiem realnego istnienia atomów [48]. Także i nasza współczesna epoka była świadkiem „równego braku tolerancji dla wielu osiągnięć nauki, jak i w okresie Reformacji. Wystarczy przypomnieć dosyć ostrą krucjatę przeciw ogólnej teorii względności i wiele innych posunięć niewątpliwie głęboko antynaukowych" [49] (np. likwidację biologicznej szkoły Wawiłowa). J. Coleman pisząc o wydanej w latach międzywojennych książce *Stu uczonych przeciw Einsteinowi* zauważa: „Wierząc oczywiście, iż pobudki tych uczonych były natury wyłącznie naukowej, humorystyczne jest jednak z perspektywy czasu oglądać, jak owi uczeni, rozjątrzeni załamaniem się

---

[45] Cyt. za K. Zarankiewicz, *Astronautyka popularna*, Warszawa 1959, s. 33.

[46] Tamże.

[47] R. W. Gutt, *Długa droga*, „Problemy" 1966, s. 236.

[48] W *Vorlesungen über Naturphilosophie* w r. 1905 stwierdził m. in., że jego „prawa stechiometryczne będą trwały, chociaż atomy od dawna pokryje kurz bibliotek".

[49] W. Zonn, *Mikołaj Kopernik twórca nowej astronomii*, w: *Mikołaj Kopernik, Szkice monograficzne*, dz. cyt., s. 134.

ich prywatnego poczucia oczywistości, mieli z tego powodu niemal osobistą pretensję do Einsteina"[50].

Habent fata sua libelli, ale nie tylko one.

VII. ZWYCIĘSTWO KOPERNIKA

Jak już wspominaliśmy, Tycho Brahe, choć nie uznał odkrycia Kopernika, ogromnie przyczynił się do jego wygranej. Duński astronom był tak wspaniałym obserwatorem nieba, że błędy w jego pomiarach położenia gwiazd, jak to dziś możemy stwierdzić, nie przekraczały jednej minuty kątowej, co dla obserwacji przeprowadzonych bez pomocy teleskopu było dokładnością iście fenomenalną. Głównie dlatego, że nie mógł znaleźć zjawiska paralaksy, odrzucił koncepcję ruchu Ziemi, ale dostrzegał też doskonale wielkie braki systemu Ptolemeusza i z tego powodu odrzucił go także, stwarzając w jego miejsce własny. System Brahego podobny jest do koncepcji Heraklidesa z Pontu i w tym sensie stanowił jakby rozwiązanie kompromisowe między astronomią tradycyjną a nową, kopernikańską. Zyskał sobie też natychmiast wielu zwolenników wśród astronomów, którzy nie byli przekonani do myśli Kopernika, ale z drugiej strony nie zadowalał ich już model Ptolemeusza.

Pomijając już fakt, że z samego modelu Brahego wynikało zarzucenie koncepcji sfer krystalicznych, należy zauważyć, że różne szczegółowe obserwacje astronomiczne tego uczonego naruszały zwartość przekonań epigonów Arystotelesa. W r. 1572 zauważył on nowe ciało niebieskie (dziś wiemy, że była to tzw. gwiazda nowa), które po dwóch latach znikło. Nie było ono kometą, z tzw. obszaru podksiężycowego, poruszało się bowiem razem ze sferą gwiazd stałych. Czyżby oznaczało to, zastanawiali się ówcześni badacze, że te absolutnie niezmienne w ujęciu Arystotelesa niebiosa ulegają jednak jakiejś zmianie? Podobnie dokonywane przez

50 J. A. Coleman, *Teoria względności dla laika*, tłum. z ang., Warszawa 1962, s. 5—6. Do swego polskiego przyjaciela L. Infelda Einstein mówił o swych przeciwnikach następująco: „Sie glauben, ich bin ein alter Trottel". Oto jaki pogląd o Einsteinie wyrażał inżynier G. Gillette: „Czyżby Einstein był uczonym? — pyta autor. — Trudno sobie wyobrazić, aby ktoś mniej odpowiadał wszystkim wymaganiom stawianym uczonemu... Jak na fizyka, Einstein jest za dobrym skrzypkiem". Teorię względności obdarza Gillette tego rodzaju epitetami jak „dziecko kretyńskiego mózgu, cierpiącego na mentalną kolkę", „zezowata fizyka", „beznadziejnie wariacka", „nadir czystej bzdury" lub „czarnoksięskie nonsensy". Autor przewiduje (w r. 1929), że w r. 1940 „teorię względności będzie się uważało za żart". „Einstein już zmarł i pogrzebano go obok Andersena, braci Grimm i Baby Jagi" (M. Gardner, *Pseudonauka i pseudouczeni*, tłum. z ang., Warszawa 1966, s. 141—142).

Brahego obserwacje komet wskazywały, że chodzi o twory kosmiczne znajdujące się daleko poza sferą księżycową, a zatem są to zjawiska naruszające układ rzekomych krystalicznych sfer niebieskich. Tego rodzaju dowody pomnażane w ciągu następnych dziesiątków lat (zwłaszcza przez Galileusza) podważały wiarę w tradycyjną kosmologię i powoli ale stale wykruszały szeregi przeciwników Kopernika.

Najzdolniejszy asystent Brahego, Jan Kepler, dzięki wpływowi Mästlina był zapalonym wyznawcą Kopernika. Mimo jednak całego entuzjazmu, jaki żywił dla genialnej nauki polskiego astronoma, patrzył na nią z całym krytycyzmem. Zarzucał wprost Kopernikowi, że mimo wprowadzenia tylu nowych idei zbyt mocno trzyma się jeszcze Ptolemeusza. Wykorzystując precyzyjne obserwacje Brahego, zwłaszcza odnoszące się do orbity Marsa, przez wiele lat Kepler na próżno szukał takiej kombinacji okręgów, która by zgadzała się z obserwacjami. Zaczął więc wypróbowywać inne figury geometryczne, najrozmaitsze krzywe owalne i wreszcie odnalazł orbity eliptyczne (I prawo Keplera). I właśnie najważniejszym dorobkiem Keplera, który stanowił najistotniejszy wkład w dzieło kopernikańskiej rewolucji, było obalenie dogmatu kosmologicznego, który wyznawała cała starożytność i średniowiecze, któremu bez cienia wątpliwości hołdował także Mistrz z Fromborka (a nawet jeszcze Galileusz), że mianowicie ruchy ciał niebieskich odbywają się jednostajnie po kole. Gdy ptolemejskie i Kopernikowe koła zostały zastąpione przez elipsy, po których biegną planety ze zmienną prędkością, wszelkie epicykle, ekscentryki, ekwanty, deferenty stały się najzupełniej zbędne. Niebo ukazało swoją niezwykłą prostotę tak upragnioną i poszukiwaną przez Kanonika z Fromborka.

Drugie prawo Keplera opierało się nie tyle na obserwacjach, ile było wynikiem genialnej intuicji twórcy. Drugie a zwłaszcza trzecie prawo zrodziło się bowiem z całej filozoficznej postawy niemieckiego astronoma. Jako zwolennik koncepcji pitagorejskich i neoplatońskich i jako chrześcijanin wyznawał w swoich dziełach, że wszechświat nie może się opierać na chaosie, ale musi być obrazem doskonałości i rozumnej działalności jego Stwórcy. Dlatego wyrażał przekonanie, że zjawiskami przyrodniczymi rządzą ścisłe i proste prawa matematyczne. I tych racjonalnych śladów Stwórcy szukał Kepler uporczywie przez długie lata. Najbardziej klasycznym przejawem tej keplerowskiej „muzyki niebios", prawa harmonii było trzecie jego prawo. Prawidłowość, jaką tu odkrył była iście fascynująca, bo ukazywała regularność matematyczną, której dotąd nawet nie podejrzewano w zjawiskach niebieskich. Znaczenie tego prawa dla dzisiejszej kosmonautyki jest bardzo istotne. Mówi ono

bowiem, że jakikolwiek sztuczny satelita (tak jak planeta) nie może krążyć wokół ciała centralnego w dowolnej odległości z dowolną prędkością. Ale te wielkości matematyczne muszą być ściśle określone i wzajemnie zsynchronizowane.

Wpływ genialnej myśli Keplera na współczesnych był jednak niewielki i nielicznych pozyskał zwolenników dla kopernikanizmu. Książki niemieckiego astronoma nie cieszyły się poczytnością. Język tych dzieł był trudny, a ich wywody „mistyczne" zrażały umysły bardziej eksperymentalnie nastawione, jak np. Galileusza. Keplerowskie tory eliptyczne nie tylko likwidowały całkowicie sfery niebieskie, ale wprowadzając zmienną prędkość planet domagały się ustawicznego działania jakiejś tajemniczej siły działającej na odległość. Ta siła, jak genialnie wyjaśniał Kepler, jest także odpowiedzialna za przypływy i odpływy morza. Tej „mistyki" było już za wiele, nawet dla Galileusza. Pełne rozwiązanie tych trudnych problemów przyniesie dopiero Newton wykorzystując dorobek i Keplera i Galileusza.

Ten ostatni, choć nie dostarczał bezpośrednich dowodów za odkryciem Kopernika tak jak Kepler, to jednak krok po kroku obalał tradycyjną kosmologię Arystotelesa, a przez to więcej niż ktokolwiek inny torował drogę Kopernikowi do umysłów swoich współczesnych.

W r. 1609 Galileusz skierował po raz pierwszy na niebo świeżo wynaleziony teleskop. Obraz nieba oglądany w tym nowym instrumencie przez Galileusza i jemu współczesnych był zaskakujący. I tak np. okazało się, że Księżyc ma topografię podobną do ziemskiej. Powierzchnia jego pokryta jest kraterami, dolinami, górami i jak wówczas sądzono morzami (do dziś pozostała nazwa tych obszarów). Galileusz obliczył nawet wysokość gór, którą nadzwyczaj trafnie oszacował na ponad 6 km. Wniosek z tych obserwacji był zabójczy dla kosmologii Arystotelesowskiej. Okazało się bowiem, że ciała niebieskie zbudowane są podobnie jak Ziemia, a nie składają się z jakiejś materii „eterycznej". Podobne wnioski nasuwała obserwacja Słońca (od tych obserwacji Galileusz stracił wzrok), na którym włoski badacz odkrył plamy. Przeczyło to dotychczasowej nauce o doskonałości sfer niebieskich. Regularne pojawianie się tych plam i znikanie podawało w wątpliwość absolutną niezmienność niebios (Galileusz słusznie wnioskował, że Słońce obraca się wokół swej osi, co stanowi analogię dla obrotu Ziemi). Teleskopowe obserwacje planety Wenus wykazały jej zmienne fazy, co stanowiło dowód astronomiczny za heliocentryczną orbitą tej planety. Przedziwne odkrycie zaskoczyło Galileusza, gdy skierował swoją lunetę na Jowisza. Okazało się, że okrążają go cztery ciała niebieskie z dość znaczną prędkością. Były

to główne księżyce Jowisza. Choć Galileusz nie znając prawa grawitacji nie umiał wyjaśnić natury tego zjawiska, to jednak słusznie argumentował, zbijając zarzuty przeciwników Kopernika, że jeśli Jowisz obiega Słońce nie gubiąc swoich księżyców, to równie dobrze może to czynić Ziemia. Jasne też było, że te nowe ciała niebieskie nie krążą wokół domniemanego centrum wszechświata, którym miała być Ziemia.

Gdziekolwiek Galileusz skierował swoją lunetę, wszędzie odkrywał nowe ciała niebieskie, nie dostrzegane dotąd gołym okiem. W obserwacji teleskopowej wszystkie konstelacje gęstniały. Droga Mleczna okazała się teraz olbrzymim zbiorowiskiem gwiazd. Oczywistym się stawało, że wszechświat jest o wiele większym, niż dotychczas sądzono. Miał rację zatem Kopernik podkreślając ogrom świata.

Wszystkie te nowe odkrycia Galileusza czyniły go sławnym, a wszelki jego rozgłos był zarazem propagacją kopernikanizmu. Wielką zasługą uczonego włoskiego była analiza praw ruchu i ich eksperymentalna konfrontacja z rzeczywistością. M. in. analizując tory pocisków zbliżył się do odkrycia newtonowskiej zasady bezwładności. Ograniczając prawo bezwładności tylko do ruchu po okręgu tkwił jeszcze korzeniami w fizyce Arystotelesa, i na tej płaszczyźnie był oporny w przyjęciu genialnych rozwiązań Keplera. Mimo tych ograniczeń przez swoje osiągnięcia na terenie fizyki zasługuje na miano wielkiego prekursora Newtona.

„Kepler i Galileusz starali się wykazać słuszność teorii Kopernika, ale ostatecznego dowodu nie potrafił podać żaden z nich. Prawa Keplera, pozwalające na znacznie dokładniejszy opis ruchów planet, przemawiały na jej korzyść, podobnie jak obserwacje teleskopowe Galileusza; nie były to jednak dowody niezbite" [51]. Mimo to jednak w drugiej połowie XVII wieku szeregi wyznawców Arystotelesa i Ptolemeusza są już wątłe. Wzrasta intensywnie ilość zwolenników nowej astronomii. A ta była astronomią kopernikańską.

Tym, który w sposób genialny dokończył rewolucji kopernikańskiej, był Izaak Newton. Rozumiał on dobrze, że swoje osiągnięcia zawdzięczał w wielkiej mierze pracy swoich poprzedników. Dlatego pisał: „Jeżeli zobaczyłem więcej niż inni, stało się to dlatego, że stałem na ramionach olbrzymów" [52]. Niemniej jednak podziw dla jego geniuszu słusznie wyrażali już jemu współcześni. Osiemnastowieczny poeta angielski Aleksander Pope pisał:

---

51 Z. Horsky, dz. cyt., s. 225.

52 Cyt. za Z. Horsky, s. 223.

„Przyrodę i jej prawa głęboki skrywał cień;
Rzekł Bóg: niech będzie Newton — i jasny stał się dzień"[53].

Trzeba było mieć niezwykłą wyobraźnię i intuicję naukową, żeby zrozumieć, że ruchem pocisku, kamienia, jabłka spadającego na ziemię, tak jak ruchami księżyca, planet i tyloma ruchami we wszechświecie kieruje jedno i to samo prawo, prawo powszechnej grawitacji. I podobieństwo w tym względzie między kulą armatnią, piłką, Księżycem i planetami zostało ujęte przez Newtona nie jako domysł i owoc niezwykłej fantazji, ale jako rezultat ścisłych obliczeń matematycznych i pomiarów.

Mechanika stworzona przez Newtona rozwiązała wreszcie całkowicie wszystkie problemy związane z astronomią kopernikańską i keplerowską.

Prawa Keplera okazały się teraz prostą konsekwencją praw Newtona. Wyjaśniony został ruch precesyjny Ziemi, zjawisko przypływów i odpływów morskich i wiele innych. W sumie: wywody matematyczne i fizykalne Newtona przewyższyły wszystkie, jakie w ciągu półtora wieku rodziły się kolejno z odkrycia Kopernika. Były szczytowym ukoronowaniem dzieła polskiego uczonego.

Nie oznacza to jednak, by teoria Newtona została przyjęta w świecie nauki bez sprzeciwów. Zarzucano mu, że jego nauka o grawitacji jako sile oddziaływującej na odległość wraca do „mistycznych" koncepcji średniowiecza, do „potencji" Arystotelesa, co razem było przedmiotem drwin w XVIII wieku. Stopniowo jednak pojęcie grawitacji upowszechnia się w całym świecie naukowym i uczeni zaczynają traktować to zjawisko jako tajemniczą, ale rzeczywistą, nieodłączną cechę każdej grudki materii, cechę, którą da się ująć w ścisłych rygorach matematyczno-fizycznych.

Po pracach Newtona wymierają w XVIII wieku ostatni epigoni Ptolemeusza. Nowa całkowicie spójna kosmologia wyparła definitywnie starą arystotelesowską wizję wszechświata, trzeba przyznać, w swoim czasie także spójną, konsekwentną i logiczną w swojej całości.

Warto jeszcze pokrótce rzucić okiem na spór między doktryną geo- i heliocentryczną w świetle współczesnej fizyki względności.

Model geocentryczny nie jest „fałszywy" z punktu widzenia mechaniki relatywistycznej. Natura bowiem nie wyróżnia żadnego punktu we Wszechświecie. Obiektywnie nie ma żadnego uprzywilejowanego układu odniesienia. Dynamika kopernikańsko-newtonowska układ odniesienia związała ze Słońcem, wolno nam jednak z punktu widzenia teorii względności wrócić do modelu ptolemejskiego i Ziemię uczynić początkiem układu współrzędnych, czyli

---

53 Cyt. za J. B. Cohen, dz. cyt., s. 181.

rozważać ruch Słońca (i planet) w stosunku do Ziemi a nie odwrotnie.

Zawzięty spór między zwolennikami Ptolemeusza i Kopernika z punktu widzenia ogólnej teorii względności może być uważany za bezprzedmiotowy, gdyż dwa stwierdzenia: „Słońce spoczywa a Ziemia się porusza" oraz „Słońce się porusza, a Ziemia spoczywa" oznaczają po prostu dwa różne „języki" dotyczące dwóch różnych układów współrzędnych. Dla Newtona system heliocentryczny był prawdziwy w przeciwieństwie do ptolemejskiego, gdyż układ kopernikański był inercyjny. Z punktu widzenia ogólnej teorii względności nie ma w przyrodzie układu prawdziwie inercyjnego. Nie może być zatem obiektywnie lepszych czy gorszych układów odniesienia.

Prawdą jest, że powrót do geocentrycznego układu odniesienia byłby dziś dla nas niewygodny, wymagałby od nas o wiele bardziej skomplikowanych obliczeń matematycznych, ale zjawisk w porządku przyrodniczym, obiektywnych zjawisk przyrody nie można traktować antropocentrycznie. Natura nie przedkłada np. linii prostej nad krzywą, dlatego wyróżnienie ze strony człowieka pewnych linii ruchu, pewnych układów, jest rodzajem poznawczego kompromisu, wynika z ograniczeń naszego poznawania, z konieczności wyboru jakiejś konkretnej metody myślenia i badania, ale nie jest adekwatnym obrazem rzeczywistości.

Zatem z punktu widzenia doktryny Einsteina „Idea Kopernika była wrotami postępu w kontekście jego czasów, ale z tego nie wynika, że stanowi ona jakąś prawdę absolutną... Można właściwie powiedzieć dzisiaj, że spór Kopernik-Ptolemeusz związany był jedynie z pewnym etapem rozwoju nauki. W sporze o układy odniesienia w ogólnej teorii względności nikt nie przedkłada układu Ptolemeusza nad Kopernika, lecz wysuwa się zupełnie nową tezę równoważności" [54].

Czy zatem nieuprawniony byłby dwuwiersz uzupełniający cytowaną wyżej strofę A. Pope'a:

„Nie koniec na tym, bo diabeł krzyknął: „Ho,
Niech Einstein będzie" i wrócił status quo" [55].

Wyżej zreferowane stanowisko ogólnej teorii względności nie przez wszystkich uczonych jest dzisiaj podzielane w sposób jednakowy. Pomijając wątpliwości niektórych uczonych co do ogólnej teorii względności Einsteina (szczególna teoria względności nie jest kwestionowana) wspomnimy tylko o zastrzeżeniach niektórych

[54] J. Rayski, *Czas, przestrzeń, kwanty*, Warszawa 1964, s. 75.
[55] I. B. Cohen, *Od Kopernika do Newtona*, Warszawa 1964, s. 184.

badaczy w omawianej kwestii. Według Foka z Leningradu także w ogólnej teorii względności powinna istnieć wyróżniona klasa układów odniesienia i choć nie istnieją w przyrodzie układy inercyjne w dawnym newtonowskim znaczeniu, istnieją jednak układy quasi-inercyjne. Także L. Infeld stwierdza, że z punktu widzenia struktury czysto matematycznej teorii względności systemy Kopernika i Ptolemeusza są absolutnie równouprawnione, ale każda teoria, także teoria względności, obok swej struktury matematycznej ma także swój sens fizykalny, przez który powiązana jest z rzeczywistością. I na tej płaszczyźnie „dla opisu ruchu planet układ ten powinien być kopernikański a nie ptolemeuszowski" [56]. Na poparcie swojego stanowiska cytuje autor takie fakty fizykalne, wyjaśnione przez teorię względności, jak ruch peryhelionowy Merkurego i zakrzywienie promienia świetlnego w polu grawitacyjnym Słońca.

Choćbyśmy nawet niniejszych zastrzeżeń nie wzięli pod uwagę, to z punktu widzenia współczesnej nauki nie wynika absolutnie jakiekolwiek pomniejszenie zasług Kopernika. Operując językiem dzisiejszej fizyki należy stwierdzić, że Kopernik zbudował całą kosmologię w zupełnie innym niż Ptolemeusz układzie odniesienia, w układzie, którego początek umieścił w Słońcu. Dokonał przez to wielkiego przewrotu naukowego, zapoczątkował nowożytną naukę o wszechświecie i w tym sensie był także prekursorem współczesnej fizyki relatywistycznej.

Osiągnięciom Keplera, Galileusza, Newtona zawdzięczamy istnienie współczesnej kosmonautyki. Jest to na razie astronautyka w cudzysłowie. Aby bowiem dolecieć z obecną prędkością sputników (która jest przecież wielokrotną prędkości kuli karabinowej) do najbliższej gwiazdy poza Słońcem, trzeba by żeglować przez przestworza kilkadziesiąt tysięcy lat. Mimo to jednak bezsprzecznie pierwszy, prawdziwy krok w kosmos, krok fascynujący został dokonany.

4 października 1957 r. umieszczony został na orbicie okołoziemskiej pierwszy sztuczny obiekt. 12 kwietnia 1961 r. na statku radzieckim „Wostok" przeżywa pierwszą wycieczkę w kosmos Jurij Aleksiejewicz Gagarin. W wigilię Bożego Narodzenia 1968 r. okrążają po raz pierwszy Księżyc kosmonauci amerykańscy.

Dzisiejsze osiągnięcia kosmonautyki zawdzięczamy prekursorom tej dyscypliny technicznej, takim jak K. Ciołkowski, zawdzięczamy je setkom tysięcy obecnych pracowników nauki i techniki,

---

[56] L. Infeld, *Od Kopernika do Einsteina*, w: *Mikołaj Kopernik. Szkice monograficzne*, Warszawa 1966, s. 181. Por. także, A. Einstein, L. Infeld, *Ewolucje fizyki*, Warszawa 1962, s. 187 nn.

a wśród nich także cybernetykom, bo bez obecnych maszyn matematycznych wszelkie planowanie, sterowanie i kontrolowanie lotów kosmicznych byłoby nie do pomyślenia.

Podziwiając te wszystkie sukcesy oddajemy hołd uczonym wielu wieków. Ale w pierwszym rzędzie czcimy geniusz Kanonika z Fromborka.

ks. Józef Krasiński

ZDARZENIA — KSIĄŻKI — LUDZIE

STRUKTURA REWOLUCJI NAUKOWYCH

Nauka jest zjawiskiem dynamicznym, zmieniającym się w czasie, podlegającym ewolucji, przy czym ta jej cecha może być rozważana w odniesieniu do różnych zakresów zagadnień, jakby na rozmaitych „poziomach". Najbardziej elementarne wydają się przemiany zachodzące podczas rozwiązywania jednego konkretnego problemu przez jeden zespół albo — jeszcze lepiej — przez jednego uczonego. Dalej można by zastanawiać się nad etapami rozwoju poszczególnego pracownika naukowego, nad procesem jego dojrzewania. W końcu bada się niekiedy dzieje jednej wyodrębnionej dyscypliny naukowej, historię jej zagadnień, pojęć i środków w niej stosowanych, przemiany obowiązujących w niej poglądów lub wreszcie przyczyny, przebieg i skutki ożywiających ją rewolucji. Ten ostatni typ problemów jest właśnie tematem omawianej monografii [1].

Nauka, zdaniem Kuhna, jest tworem instytucjonalnym. W każdej dyscyplinie istnieje zespół teorii i metod obowiązujący w określonym zakresie tematów i akceptowany powszechnie przez środowisko uczonych. Ten wzór praktyki naukowej w danej gałęzi autor nazywa jej paradygmatem. Jest to „...wzór obejmujący prawa, hipotezy, zastosowania i wyposażenie techniczne, tworzący model, z którego wyłania się jakaś szczególna, zwarta tradycja badań naukowych. Przykładami są tu: astronomia Ptolemeusza (lub Kopernika), dynamika Arystotelesa (lub Newtona), bądź optyka korpuskularna (lub falowa). Właśnie studiowanie paradygmatów przygotowuje studenta do przyszłego uczestnictwa w pracach jakiejkolwiek naukowej wspólnoty". Pojawienie się paradygmatu w danej dyscyplinie jest oznaką jej dojrzałości naukowej. Gdy go jeszcze nie ma — jak np. w cybernetyce — wówczas nie można właściwie mówić o nauce.

Paradygmat jest tworem praktycznym, metodą porządkowania danej dyscypliny, pomocą w ukierunkowaniu badań. Jego rola jest doniosła, nawet jeśli jest błędny, prawdę bowiem łatwiej na ogół wyłowić z błędów niż z chaosu. Jego oficjalną wersją są klasyczne — w danej dzie-

---

[1] T. S. Kuhn, *Struktura rewolucji naukowych*, Warszawa 1968, PWN.

dzinie wiedzy — podręczniki. Ogranicza on wprawdzie zasięg badań, ale koncentrując na dość wyraźnie określonych zagadnieniach wysiłki wielu ludzi, niekiedy w ciągu wielu pokoleń, pozwala zgłębić rozważane problemy w sposób z niczym nieporównywalny. Fachowe piśmiennictwo, przyczynkarskie artykuły, obszerne monografie — wszystkie te publikacje — zwracają się do ludzi wyznających ten sam paradygmat i dobrze z nim obeznanych. „...W matematyce i astronomii doniesienia o pracach badawczych przestały być zrozumiałe dla przeciętnego odbiorcy już w starożytności. W dynamice stało się podobnie w późnym średniowieczu. Prace dotyczące elektryczności wymagały objaśniania ich laikom od końca XVIII w., a większość nauk fizycznych stała się obca dla ogółu w wieku XIX".

Rewolucja w nauce, zdaniem Kuhna, polega na zmianie paradygmatu. Najpierw stwierdza się na ogół zjawienie się lub uporczywe trwanie pewnej liczby anomalii, zjawisk jakby sprzecznych z obowiązującymi założeniami lub niewyjaśnialnych przy ich użyciu. Ten stan próbuje się opanować za pomocą coraz to dziwaczniejszych, ad hoc tworzonych hipotez przejściowych. Naturalnie takie anomalie mogą ujawnić się tylko w ramach jakiegoś przyjętego paradygmatu; są to bowiem anomalie względem danego, konkretnego paradygmatu. Z czasem narasta kryzys danej dyscypliny, kryzys o charakterze przede wszystkim psychicznym. Wówczas rozpoczyna się intensywne poszukiwanie nowych, lepszych paradygmatów. Następuje okres przejściowy — współistnienie konkurencyjnych propozycji, z których każda ma swoich zwolenników i przeciwników. Co sprawia, że jedna z nich zwycięża? Przede wszystkim jej perspektywy. Nowa teoria prawie nigdy nie jest wzbogaceniem poprzedniej, wczesna jej postać bywa z reguły chropawa, niezręczna, fragmentaryczna. „...Początkowo nowy paradygmat ma niewielu zwolenników. Niemniej, jeśli są kompetentni, udoskonalają go, zbadają jego możliwości i unaocznią, jak przedstawiałaby się praca w zespole, którym by on rządził. Stopniowo wzrasta ilość doświadczeń, przyrządów, artykułów czy książek opartych na nowym paradygmacie. Przekonawszy się o jego płodności, coraz więcej osób przyjmuje nowe metody uprawiania nauki instytucjonalnej. Wreszcie zaledwie nieco starszych ludzi zostaje na uboczu i nie można powiedzieć, że w pewnej chwili ich opozycja staje się nielogiczna. Co najwyżej ma się ochotę stwierdzić, że ktoś, kto oponuje nadal, mimo że wszyscy jego koledzy-specjaliści dali się już przekonać, po prostu przestaje być uczonym". Max Planck twierdził nawet, że „...nowa prawda naukowa nie odnosi triumfu dzięki temu, że udaje się jej przekonać przeciwników i sprawić, by dojrzeli światło, ale raczej wskutek tego, że oponenci wymierają i wzrasta nowe pokolenie dobrze z nią obeznanych uczonych".

Pojęcie paradygmatu, które Kuhn bada szczegółowo w powiązaniu z problemem rewolucji w nauce, ma znacznie szerszy zasięg. Wystarczy

może wspomnieć o jednej sprawie. Są to stosunki zachodzące między paradygmatem a światopoglądem. Zdaniem Kuhna „...kierujący się nowym paradygmatem uczeni kierują swój wzrok na nowe tereny, ale jeszcze istotniejsze jest to, że nawet posługując się dobrze znanymi przyrządami i badając to, co badali uprzednio, dostrzegają teraz coś zupełnie innego". Po rewolucji naukowej uczeni inaczej widzą świat — to paradygmaty bowiem wyznaczają jego obraz. Kuhn rozpatruje ten problem na wielu przykładach, unika jednak jakichkolwiek ogólniejszych wniosków. Natomiast zupełnie prawie pomija kwestię powiązań między paradygmatem a poznaniem, poza jednym fragmentem, w którym stwierdza, że coś w rodzaju paradygmatu musi poprzedzić wszelkie spostrzeganie, a bez niego obserwowalibyśmy tylko „kakofonię dźwięków i barw". Wydaje się również, że pojęcie paradygmatu nie dla wszystkich dziedzin wiedzy jest równie użyteczne. Stosowanie go w naukach technicznych i ścisłych nie tylko nie sprawia trudności, ale niemal jest oczywiste. Do nich zresztą ogranicza się wyraźnie omawiana monografia. Natomiast w dyscyplinach humanistycznych sprawa nie wydaje się tak prosta. Tu niejednokrotnie jego wprowadzenie wymagałoby bardzo swoistej interpretacji albo też byłoby zabiegiem niewiele dającym.

Tezy Kuhna dość dobrze tłumaczą pewne frapujące zjawiska dostrzegane dziś dość powszechnie w technicznych pracach badawczych. Chodzi o to, że korzysta z nich prawie wyłącznie kraj najbogatszy, środowisko przodujące. Tam bowiem powstają pierwsze koncepcje, pierwsze systematyzujące opracowania; w pośpiechu wznosi się nie tyle gmach jakiegoś paradygmatu, ile jego szkielet. W takim środowisku, pod naciskiem konieczności, w wyścigu badawczym tworzy się śmiałe zarysy, daleko wybiegające ujęcia, rozstrzyga zasadnicze problemy, robi wszystko, co jest niezbędnie potrzebne dla dalszego bezpośredniego postępu, ale też tylko to, co jest niezbędne. Pozostają pewne luki, drobne nieścisłości, niezręczności dowodów i uogólnień, wyraźne niedoskonałości dotychczasowych wyników. W danej chwili można je zlekceważyć, jakby przeskoczyć — teraz są nieważne, istotne staną się w przyszłości, za kilka, kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt lat. Ale te luki znane są całemu światu. Rozwiązują je więc w mozole i właściwie bez osobistej potrzeby ośrodki słabsze, opóźnione, rozporządzające mniejszymi środkami, wypełniając w ten sposób — bezpłatnie i bez chwały — dominującą ilościowo część pracy badawczej niezbędnej do utrzymania ciągłości postępu kraju przodującego. Cóż zresztą innego mogłyby robić? Tworzyć nowy paradygmat? To dla nich zbyt trudne i zresztą teraz niepotrzebne. Jeżeli zaś kiedyś stanie się konieczne, to i tak pierwsze spostrzeże to na ogół i wykona tamto przodujące środowisko.

Książka Kuhna jest napisana prosto, żywo i z wielką siłą osobistego

przekonania. Może nie zawsze są to koncepcje do końca przemyślane, może nie trudno byłoby jej zarzucić pewne uproszczenia lub nieścisłości, może czasem mówi o pomysłach jeszcze surowych, dopiero powstających, ale jest to monografia oryginalna, napisana z pewnym talentem literackim, nieco nawet dramatyzująca, prowokująca do refleksji i pozostawiająca trwały ślad u czytelnika.

Karol Wajs

DETERMINIZM I INDETERMINIZM W FIZYCE WSPÓŁCZESNEJ

NA MARGINESIE LEKTURY: JAN J. SŁAWIANOWSKI, *PRZYCZYNOWOŚĆ W MECHANICE KWANTOWEJ*, WARSZAWA 1969, WIEDZA POWSZECHNA (SERIA OMEGA), STR. 184.

Współczesna fizyka teoretyczna rodzi wiele problemów o wyraźnie filozoficznym wydźwięku. Do najbardziej dyskutowanych należy zagadnienie determinizmu i przyczynowości. Kwestii tej w ofierze złożono wiele ton papieru. Tym większy powód do uznania dla autora, któremu udało się powiedzieć coś naprawdę interesującego w tak często traktowanej materii. Zwłaszcza że Jan Sławianowski jest młodym, dopiero początkującym fizykiem-filozofem.

„Pojęcie determinizmu wiąże się z przewidywaniem przyszłości. Podstawą do przewidywań jest przeszłość wraz z teraźniejszością. Z takimi przewidywaniami — a tym samym z determinizmem — spotykamy się na każdym kroku w życiu codziennym, gdy w działalności swej lub ocenie jakichś zjawisk polegamy na przekonaniu, że jednakowe postępowanie prowadzi w jednakowych warunkach do jednakowych skutków. (...) Status ontologiczno-poznawczy tego oczekiwania nie był właściwie poddawany dalszej analizie. Niektórzy skrajni empirycy, zgodnie ze starą pozytywistyczną tradycją, podchodzili do tego zagadnienia w sposób naturalistyczny, biologiczny — owa norma miała być głosem ślepego, gatunkowego instynktu" (str. 6). Współczesna fizyka odbiegła daleko od tak skrajnego empiryzmu. „Rozdwaja" ona niejako rzeczywistość na abstrakcyjny, nieempiryczny świat matematycznych równań, w którym absolutne rządy sprawuje ścisłość i logiczna konieczność oraz świat empirii z obserwacją i eksperymentem jako jedynymi kryteriami naukowego poznania. W pierwszym świecie wypracowuje się pewne teoretyczne struktury, w drugim dopasowywuje się je przy pomocy eksperymentów do materialnej, otaczającej nas rzeczywistości. Determinizm — to cecha teorii o pewnej specjalnej strukturze (a więc pojęcie leżące w sferze „pierwszego świata"), „Natomiast o rzeczywistych, fi-

zycznych zjawiskach mówi się, że są zdeterminowane, jeśli są opisywane przez teorię o strukturze deterministycznej" (str. 7).

W niniejszym omówieniu będziemy się trzymać następującego, naturalnego schematu: najpierw przedstawimy deterministyczną strukturę teorii, potem strukturę indeterministyczną, aby w końcu zapytać, który z tych dwóch teoretycznych schematów bardziej odpowiada empirycznej rzeczywistości.

1. DETERMINISTYCZNA STRUKTURA TEORII

„Gdy mowa o determinizmie, wszystkim przychodzi na myśl mechanika klasyczna. Teoria ta, wywodząca się od Newtona a do niezwykłego wyrafinowania matematycznego doprowadzona głównie przez Lagrange'a i Hamiltona, przez dwa stulecia była w oczach uczonych i filozofów ideałem teorii naukowej i nieprzekraczalnym szczytem ludzkich możliwości" (str. 10).

Mechanika klasyczna zajmuje się badaniem ruchu ciał materialnych w przestrzeni i czasie. „Pojęcie przestrzeni ma dla niej podstawowe znaczenie (...) Rzecz w tym, że chociaż ciało w danej, konkretnej chwili znajduje się zawsze w jednym, konkretnym miejscu, traktujemy wszystkie inne położenia jako 'w zasadzie możliwe', co znaczy, że mogłoby ono znajdować się w dowolnym punkcie przestrzeni. Przestrzeń jest więc w pewnym sensie polem wszystkich możliwych położeń, w jakich znajdować się mógł obiekt. (...) Jak wiadomo, smutną okolicznością towarzyszącą ludzkiemu istnieniu jest upływ czasu. (...) W mechanice klasycznej zdarzenie polega na tym, że w określonej chwili czasu punktowi materialnemu przysługuje pewne położenie. Podobnie jak pojęcie przestrzeni było związane ze zbiorem wszystkich możliwych „położeń" układu, tak i teraz, przez abstrakcję, przechodzimy od konkretnych zdarzeń do pojęcia czasoprzestrzeni. Jest ona wyabstrahowaną ze wszystkich konkretnych sytuacji samą formalną możliwością zachodzenia zdarzeń — oznacza zbiór zdarzeń wirtualnych, które w zasadzie mogą nastąpić" (str. 12).

„W naszej działalności praktycznej mamy do czynienia z rzeczami, które zachowują swą względną identyczność mimo upływu czasu. Dlatego tak wielką wagę przywiązujemy do pojęcia procesu, historii. Historia układu jest pewnym uporządkowanym czasowo ciągiem zdarzeń". (str. 12—13) Formalnie rzecz biorąc historię punktu materialnego przedstawia pewna krzywa w czasoprzestrzeni. Zbiór wszystkich w zasadzie możliwych historii będziemy nazywać zbiorem kinematycznie możliwych historii.

„Historie kinematycznie możliwe, tworzą zbiór bardzo duży. Gdyby w ustalonych warunkach zewnętrznych występowały w układzie wszyst-

kie procesy należące do tego zbioru, świat byłby przeraźliwym chaosem. I tu właśnie dochodzimy do tego, co jest istotną treścią fizyczną mechaniki klasycznej. Otóż mechanika orzeka, że przy ustalonych, niezmiennych warunkach zewnętrznych, w jakich znajduje się układ, spośród wszystkich procesów 'kinematycznie dozwolonych' realizować się mogą tylko nieliczne, tzw. 'dynamicznie dozwolone' (str. 15). Co wyróżnia procesy dynamicznie dozwolone spośród wszystkich procesów dozwolonych kinematycznie? Historie dynamicznie możliwe muszą podlegać pewnemu prawu zwanemu prawem Newtona. Prawo Newtona wyraża się równaniem różniczkowym drugiego rzędu. Ten matematyczny fakt ma dla nas ważne konsekwencje.

I tu wreszcie dochodzimy do zagadnienia determinizmu. „Zbiór krzywych reprezentujących w czasoprzestrzeni wszystkie 'dynamicznie możliwe' historie posiada bardzo ciekawą własność. Dla każdej pary takich krzywych-historii zachodzi mianowicie jedna z trzech wykluczających się wzajemnie sytuacji: — historie nie mają żadnego zdarzenia wspólnego — historie mają jedno zdarzenie wspólne — historie pokrywają się. Dwie różne spośród możliwych dynamicznie historii mogą więc mieć co najwyżej jedno zdarzenie wspólne. Dwa różne zdarzenia wyznaczają więc jednoznacznie historię układu, do którego należą" (str. 16).

Jeżeli rozważanym procesem jest ruch punktu materialnego w przestrzeni, to aby jednoznacznie określić całą historię (w przeszłości i przyszłości) tego ruchu potrzeba i wystarczy znać, bądź położenie punktu w dwóch różnych chwilach, bądź położenie punktu i jego prędkość w jednej chwili czasu. Obydwie te sytuacje sprowadzają się właściwie do jednej. Znajomość bowiem prędkości punktu materialnego w pewnej chwili zakłada znajomość przynajmniej dwu „nieskończenie bliskich" jego położeń.

W różnych podręcznikach i opracowaniach przytacza się następującą definicję teorii deterministycznej: jest to taka teoria, przy pomocy której ze znajomości stanu układu w pewnej chwili można wyznaczyć stan układu w dowolnej innej chwili. Sławianowski słusznie zauważa, że nie jest to ścisłe określenie. Jeśli przez „stan układu" rozumieć „położenie", to nie jeden stan lecz co najmniej dwa stany wyznaczają historię układu. Wprawdzie przez „stan układu" można rozumieć „położenie i prędkość chwilową", ale to też nie jest całkiem poprawne. Prędkość chwilowa (pochodna drogi po czasie) nie wyznacza „stanu w jednej chwili" lecz „stan w otoczeniu tej chwili", a więc, ściśle rzecz biorąc, nie jeden lecz wiele nieskończenie (infinitezymalnie) bliskich sobie stanów.

„Jak więc widzimy, determinizm mechaniki klasycznej różni się od tej wersji determinizmu ontologicznego, która głosi, że 'teraźniejszość wyznacza przyszłość', jeśli przez teraźniejszość rozumieć 'zachowanie po-

czątkowe' ciała w pobliżu chwili t (w dowolnie małym okresie czasu zawierającym tę chwilę), to nie ma zasadniczej sprzeczności między determinizmem teoretycznym, a filozoficznym, po prostu ten ostatni nie jest, siłą rzeczy, precyzyjnie sformułowany: aby móc go zinterpretować fizykalnie, należy występującym w jego definicji terminom — na przykład teraźniejszości, nadać ścisły sens fizykalny"). (str. 21)

Nasuwa się pytanie, „czy inny rodzaj determinizmu, (...) ten mianowicie, który głosi, że cała przeszłość wraz z teraźniejszością (ale nie sama teraźniejszość) wyznacza przyszłość, nie znajduje jakiegoś zastosowania w teoriach fizycznych?" (str. 27) W podstawowych teoriach fizyki taki determinizm dotychczas się nie pojawił, jednakże możliwości z nim związane wydają się dosyć nęcące. Stanowiłoby to rzecz naturalną, gdyby cała ewolucja układu była w jakiś sposób zapisana w jego stanie obecnym. W cybernetyce potrafimy już od dość dawna konstruować tego rodzaju układy „z pamięcią". Aktualne zachowanie się układu za każdym razem jest wynikiem „zapamiętanej" przeszłości.

2. TEORIE O STRUKTURZE INDETERMINISTYCZNEJ

Jest rzeczą potocznie znaną, że w teoriach opisujących świat mikrocząsteczek obowiązuje indeterminizm. Pierwszą teorię z wyraźnymi już symptomami indeterminizmu stworzył Niels Bohr. Wokół dodatnio naładowanego jądra po tzw. orbitach stacjonarnych krążą ujemne elektrony. Ruchowi po orbicie stacjonarnej, wbrew prawom elektrodynamiki klasycznej, nie towarzyszy utrata energii. Elektron może spaść z jednej orbity stacjonarnej na drugą, bliższą jądra (niższy poziom wewnętrzny). Przy tym procesie pozbywa się kwantu energii w postaci fal elektromagnetycznych o odpowiedniej długości. I odwrotnie, pochłaniając kwant energii, elektron może przeskoczyć z orbity stacjonarnej, na której się znajduje, na inną orbitę, bardziej oddaloną od jądra (wyższy poziom energetyczny).

W teorii Bohra „z jednego stanu stacjonarnego (tzn. orbity stacjonarnej) atom mógł przeskoczyć do dowolnego spośród pewnego, na ogół dość dużego zbioru stanów. Przy tym sam moment skoku również był całkowicie dowolny. Natomiast w określonych zewnętrznych warunkach fizycznych każdej parze stanów stacjonarnych i każdemu okresowi czasu można przyporządkować prawdopodobieństwo tego, że w tym czasie nastąpi przejście między tymi dwoma stanami. O ile więc samo przejście nie jest zdeterminowane, o tyle jednak stałe są (w ustalonych warunkach fizycznych) częstości poszczególnych możliwych przejść" (str. 137).

W starszej teorii kwantów do której zaliczamy teorię Bohra, z punktu widzenia fizyki klasycznej występowały pewne „dziwactwa". Przeskok

elektronu z jednego stanu stacjonarnego w drugi sam w sobie jest nieopisywalny, badaniu podlegają jedynie skutki tego procesu, a mianowicie emitowane kwanty energii, które można obserwować i mierzyć dzięki analizie spektralnej. (Każdy prążek w widmie odpowiada przeskokowi elektronu z jednego ściśle określonego poziomu energetycznego na drugi również ściśle określony poziom).

„... starsza teoria kwantów, w porównaniu z tym, co po niej nastąpiło, była jeszcze dość 'porządną' teorią; miała wiele cech wspólnych z teoriami typu klasycznego. To ostatnie dotyczy głównie faktu, że miała ona formalną strukturę teorii dynamicznej, używała pojęcia stanu, który przysługiwał układowi niezależnie od tego, czy go obserwowano, czy nie: procesy fizyczne opisywano jako następującą w czasie zmianę stanu". (str. 138)

Kierując się pewnymi analogiami, zaczerpniętymi zarówno z fizyki klasycznej jak i z teorii Bohra, w r. 1925 Heisenberg stworzył nową teorię kwantową w ujęciu macierzowym. Metoda Heisenberga dawała dobrą zgodność z doświadczeniem, ale sama była bardziej formalnym schematem niż teorią w dotychczasowym rozumieniu tego wyrażenia. „...za pomocą pojęć występujących w aparacie formalnym teorii określone zostały pewne reguły przyporządkowania między teorią a rzeczywistością. Co jednak bardzo ważne, reguły owe nie mówiły nic na temat podstawowych pojęć występujących w teorii; ich treść sprowadzała się wyłącznie do podania wartości bezpośrednio obserwowalnych w doświadczeniu wielkości fizycznych, jak częstotliwości i natężenia linii widmowych". (str. 139)

Mechanika macierzowa Heisenberga, będąc raczej formalnym schematem niż „porządną" teorią, nie posiada struktury dynamicznej. „Trudno byłoby więc odpowiedzieć na pytanie, czy mechanika macierzowa jest teorią deterministyczną, czy nie — wszak o determinizmie bądź indeterminizmie mówiliśmy tylko w odniesieniu do teorii dynamicznych. Tym samym na gruncie mechaniki macierzowej nie można właściwie odpowiedzieć na pytanie, czy mikrozjawiska mają naturę deterministyczną czy nie. Teoria ta jest w pewnym sensie neutralna wobec tego zagadnienia". (str. 139—140)

Niezależnie od mechaniki macierzowej i nieco po niej powstała mechanika falowa. Inspiracje pochodziły od de Broglie'a, a rozwinięcie nowej teorii było dziełem Schrödingera. Kinematyczna strona teorii Schrödingera orzeka, że z każdą cząstką (elektronem) stowarzyszone jest „pole falowe". Chwilowy stan pola opisuje pewna funkcja tradycyjnie już oznaczona przez ψ. „Proces (...) jest opisywany w teorii jako chronologiczna zmiana stanu ψ". (str. 142) Dynamiczna strona teorii w ustalonych zewnętrznych warunkach dopuszcza tylko takie procesy, które spełniają tzw. falowe równanie Schrödingera. Jest to równanie różniczkowe cząstkowe pierwszego rzędu: nazywa się ono falowym, ponieważ,

formalnie rzecz biorąc, jest podobne do równania opisującego drgania struny fortepianowej lub rozchodzenia się fali na powierzchni wody. Z interesującego nas punktu widzenia równanie Schrödingera posiada niesłychanie ważną właściwość: „Proces falowy jest zdeterminowany — znając stan pola falowego w jakiejkolwiek chwili możemy przewidzieć przyszłość (i odtworzyć przeszłość) procesu". (str. 143)

„Ale na czym polega właściwie związek między cząstką a stowarzyszoną z nią falą, jaki jest sens tego dualizmu? Otóż Schrödingerowi bliski był pogląd, który można by nazwać 'substancjalnym'. Ów 'substancjalizm' stawia sprawę tak: 'nie ma w ogóle punktowej, zlokalizowanej cząstki. Elektron (o nim tylko była mowa, gdyż był on jedyną znaną wtedy cząstką elementarną) to rozłożony w przestrzeni w sposób rozciągły, ładunek elektryczny. (...) Elektron nie jest więc tu traktowany jako punkt, ani jako coś w rodzaju ciała sztywnego, lecz jako swego rodzaju płyn — rozmazany. w przestrzeni ładunek' " (str. 143—144). W „substancjalnej" interpretacji Schrödingera cząstkę traktuje się jako specjalne „zagęszczenie" pola falowego, w związku z tym mówi się często o „paczce falowej". I tu występują nowe kłopoty. Paczka falowa nie jest tworem stabilnym. Zgodnie z odkrytymi przez Heisenberga relacjami nieoznaczoności, paczka falowa nie może mieć „określonych jednoznacznie, z nieograniczoną dokładnością, położenia i prędkości. (...) Im dokładniej zlokalizowana będzie funkcja falowa w przestrzeni, tym większy będzie jej odpowiadał rozrzut prędkości, tym mniej będzie stabilna. Natomiast przy dokładnie określonej prędkości, funkcja falowa będzie zupełnie 'rozmyta' w przestrzeni. (...) Można jednak postąpić kompromisowo, posługując się funkcją o pośrednich wartościach [lokalizacji i rozrzutu prędkości] (...) Nic to jednak nie pomoże — stabilność takiej funkcji falowej będzie krótkotrwała: po pewnym, dłuższym lub krótszym, ale zawsze skończonym okresie czasu rozpłynie się ona całkowicie w przestrzeni". (str. 150) Jednakże doświadczenie uczy, że cząstki są na ogół tworami stabilnymi, nie rozpływają się w nicość. Doświadczenie przemawia więc na niekorzyść substancjalnej interpretacji funkcji falowej (jako reprezentującej rozkład ładunku w przestrzeni).

Jest to mocnym atutem interpretacji konkurencyjnej, tzw. statystycznej interpretacji Borna. Cząstka „sama w sobie" jest dokładnie zlokalizowana. Funkcja falowa nie przedstawia rozkładu ładunku, lecz opisuje „rozkład" prawdopodobieństwa — znając wartość funkcji falowej w pewnym małym obszarze przestrzeni możemy obliczyć, jakie istnieje prawdopodobieństwo tego, że cząstka znajduje się akurat w tym obszarze. Przy czym, rzecz znamienna, prawa, przy pomocy których można obliczyć prawdopodobieństwo poszczególnych procesów, formalnie mają kształt praw rządzących zjawiskami falowania.

Powiedzieliśmy wyżej, że falowe równanie Schrödingera jest równa-

niem deterministycznym — znając funkcję falową w pewnym momencie potrafimy odtworzyć jej „historię" w przeszłości i przyszłości. Pamiętamy jednak, iż według interpretacji statystycznej funkcja falowa pozwala wyznaczać tylko prawdopodobieństwa lokalizacji cząstek. Zdeterminowane są więc prawdopodobieństwa ale nie cząstki. Dalsze badania teoretyczne nad formalnym aparatem mechaniki kwantowej wykazały, że formalizm macierzowy Heisenberga i falowy Schrödingera, wbrew temu, co się mogło pierwotnie wydawać, nie wykluczają się wzajemnie, lecz są różnymi ujęciami, prowadzącymi do zgodnych wniosków obserwacyjnych.

3. TEORIA A RZECZYWISTOŚĆ

Czy w przyrodzie panuje determinizm czy indeterminizm? — oto zasadnicze pytanie naszych rozważań. Udzielimy na nie nieco „wyrafinowanej" odpowiedzi. Przyroda jest deterministyczna, jeśli opisuje ją teoria o strukturze deterministycznej, jeśli natomiast lepiej to czyni teoria o strukturze indeterministycznej, powiemy, iż w rzeczywistości obowiązuje indeterminizm.

„Z logicznego punktu widzenia teoria jest pewnym formalnym schematem matematycznym. Jej związek z rzeczywistością polega na tym, że używane przez nią pojęcia reprezentują (symbolizują, jak wyrażał się M. Planck) rzeczywiste obiekty fizyczne i pewne ich właściwości. Realne zjawiska przeniesione zostają do aparatu pojęciowego teorii, do urojonego świata symboli, który posiada tę cenną zaletę, że rządzi nim ścisła konieczność logiczna. Odpowiedniość, izomorfizm między pojęciami logicznymi teorii a elementami rzeczywistości materialnej jest właściwie pojęciem pierwotnym, które trudno byłoby do czegoś sprowadzić: można jedynie podać pewne reguły wyjaśniające". (str. 56)

Wiemy już dziś na pewno, że teorie typu klasycznego w świecie mikrocząsteczek są bezsilne. Zjawiska kwantowo-mechaniczne mają inny charakter od tego wszystkiego, do czego przyzwyczailiśmy się w naszym makroskopowym świecie. Ta „inność" jest przedmiotem wielu sporów i kontrowersji. Spory nie dotyczą matematyczno-eksperymentalnej lecz filozoficzno-interpretacyjnej strony zagadnienia.

Zwolennicy schrödingerowskiej, substancjalnej interpretacji podtrzymują swoje twierdzenie, że funkcja falowa „nie jest tworem statystycznym, lecz symbolem realnego, rzeczywistego stanu cząstki". (str. 160) Pojęcie stanu na terenie mechaniki kwantowej ma ściśle określony sens. Równanie Schrödingera ze wszystkich stanów kinematycznie możliwych selekcjonuje stany możliwe dynamicznie. Jednakże, co jest bardzo istotne dla tych poglądów, makroskopowego, obserwowalnego zjawiska pomiaru nie da się opisać przy pomocy tej samej teorii, która opisuje zachowanie się w czasie stanów nieobserwowalnego, mikrosko-

powego układu. „Na szczęście jednak, język teorii opisującej nieobserwowalne bezpośrednio mikroprocesy i operacyjny język wskazań makroskopowych przyrządów pomiarowych nie są zupełnie wzajemnie nieprzekładalne. Istnieje 'słownik' dla tych języków (...) Tym słownikiem jest interpretacja statystyczna Borna, pozwalająca na ustalenie pewnych odpowiedniości między mikrostanem opisanym przez funkcję falową, a rozkładem prawdopodobieństwa relacji przyrządu pomiarowego. (...) Indeterminizm w mechanice kwantowej nie ma więc charakteru dynamicznego: jego sens — to statystyczny związek między samym kwantowym pojęciem stanu (funkcją falową) a wynikami pomiaru" (str. 162—163).

Zgodnie z tymi poglądami „zmianie ulega charakter stosunku między człowiekiem a rzeczywistością. Staje między nimi przyrząd, którego indywidualność jest tak zasadnicza, iż nie można jej uwzględnić za pomocą podstawowych teorii opisujących rzeczywistość". (str. 163)

Znacznie większa grupa fizyków teoretyków hołduje poglądom tzw. szkoły kopenhaskiej. Poglądy te są bardziej radykalne i krańcowo operacjonistyczne. Jeżeli funkcja falowa ma jedynie charakter statystyczny (reprezentuje prawdopodobieństwa), to co się dzieje z elektronem pomiędzy aktami poszczególnych pomiarów? „Bezpośrednia obserwacja nie mogła oczywiście nic na ten temat powiedzieć, więc ostrożność nakazywała powstrzymać się od odpowiedzi. I tu właśnie wkroczyła filozofia. (...) Sformułowany został w odniesieniu do nauk przyrodniczych program operacjonizmu, pozostający w wyraźnym związku 'duchowym' z tradycją pozytywizmu, głoszący, że podstawową bazą teorii naukowej są i powinny być wyniki pomiarów fizycznych, wszystkie zaś podstawowe pojęcia fizyki winny być wprowadzane przez podanie odpowiedniej recepty pomiarowej. (...) Dlatego też przedstawiciele omawianego kierunku stanęli na stanowisku, że pojęcie stanu, przynajmniej w wersji znanej z fizyki klasycznej, jest nieprzydatne na terenie teorii kwantów, a co więcej, jest 'szkodliwe', gdyż posługiwanie się nim prowadzi do nieporozumień. Mówienie o tym, co się dzieje między pomiarami, jest 'nadużywaniem języka' i nieuzasadnioną ekstrapolacją na teren fizyki mikrozjawisk aparatu pojęciowego teorii klasycznych. (...) Ponieważ funkcja falowa nie symbolizuje stanu, więc opisujące jej dynamikę równanie Schrödingera nie jest równaniem żadnego rzeczywistego procesu fizycznego. (...) Wobec tego równanie Schrödingera opisuje proces zachodzący 'w sferze możliwości' — informuje nas, jak zmieniają się z upływem czasu możliwości cząstki do pobudzania reakcji przyrządów pomiarowych, ściślej mówiąc, jak zmieniają się szanse poszczególnych reakcji" (str. 155—157).

Interpretacja kopenhaska uważa indeterminizm za podstawową cechę przyrody. Nie wynika on z naszej nieznajomości chwilowego zachowania się układu, czy też z działania jakichś „parametrów ukry-

tych", lecz po prostu przysługuje przyrodzie. „...indeterminizm jest tu treścią stosunku między teorią a rzeczywistością". (str. 158) W interpretacji kopenhaskiej „podważony zostaje w pewnym sensie pogląd o obiektywności poznania, wzrasta zaś rola czynnika subiektywnego. Chodzi tu oczywiście o swoisty subiektywizm, dla którego podmiotem nie jest indywidualny człowiek, lecz ludzkość. Mechanika kwantowa jest całkowicie intersubiektywna — stwierdzane przez nią prawidłowości nie zależą od tego, kto je bada, natomiast sama ich istota wiąże się nierozerwalnie z faktem badania w ogóle. Uznaje się bowiem, że nie istnieją fakty fizyczne poza wynikami pomiarów: dopiero obserwacja stwarza fakt". (str. 159)

*

Zagadnienie determinizmu i indeterminizmu wiąże się z problemem przyczynowości. Ten aspekt, wbrew sugestiom zawartym w tytule książki, autor potraktował marginesowo. „... pojęcie przyczynowości w tym sensie — czytamy na str. 33 — wiąże się z zewnętrznymi wpływami na układ i jest swego rodzaju relacją między zjawiskami zachodzącymi wewnątrz układu i poza nim". Pewne wzmianki rozrzucone w tekście np. na str. 34 i 143 wskazują, że poza to dość ogólnikowe sformułowanie zasady przyczynowości autor postanowił nie wychodzić. Wobec ogromnej literatury problematyki determinizm — indeterminizm — przyczynowość, i ograniczonych z konieczności ram książki (popularna seria „Omega"), ten unik staje się dość zrozumiały. I tak jest godne podziwu, że w stosunkowo małej objętości autorowi udało się zmieścić takie bogactwo, nieraz oryginalnie ujętego, materiału.

Mimo że książka Jana Sławianowskiego została pomyślana jako dziełko popularne, zainteresuje ona z pewnością nie tylko szersze grono czytelników lecz także zarówno filozofujących fizyków jak i filozofów, którym nie jest całkiem obcy świat współczesnej fizyki.

Michał Heller

CELOWOŚĆ WE WSPÓŁCZESNEJ BIOLOGII

Nakładem PWN ukazała się w 1966 r. książka Z. Kochańskiego *Problem celowości we współczesnej biologii.* Treść publikacji w dużej części nie jest czymś nowym, gdyż autor na łamach pisma „Studia Filozoficzne" [I, II (1959), 1 (10), 2 (11)] znacznie wcześnie opublikował niektóre jej fragmenty. Nie jest również nowością poruszana problematyka. Zadziwia jednak obfitość zgromadzonego materiału i przeróżne sugestie na tle przeprowadzonych rozważań. W niniej-

szym omówieniu uwzględnię tylko filozoficzną część poruszanej w książce problematyki pozostawiając na uboczu jej aspekt metodologiczny, mimo że stanowi on, jak się wydaje, główny trzon pracy. Problematyka teleologiczna należy do bardzo bogatych. Do tego dołącza się różnorodność płaszczyzn, stanowiąc w sumie bardzo zróżnicowany konglomerat zagadnień. Nic więc dziwnego, że dotychczas próbowano dokonać wielu rozróżnień systematyzacyjnych. Tak np. D. Sztejnbarg wyróżniła pięć sposobów pojmowania celowości:

1. Celowość rozumiana subiektywistycznie, zakładająca istnienie podmiotu psychicznego, działającego wg ustalonego planu.
2. Celowość budowy organizmu, czy własności fizycznych środowiska, rozumiana jako użyteczność jej dla danej jednostki lub gatunku.
3. Celowość w odniesieniu do zjawisk, gdzie uważa się, że zjawisko celowe to takie, jak np. zjawiska autoregulacji i regeneracji zachodzące w świecie organicznym.
4. Celowość pojmowana w przeciwieństwie do przyczynowości: przyczynowość to tyle, co związek między teraźniejszym A a minionym B, ustalony na mocy praw przyrodniczych; zaś celowość to tyle, co związek między teraźniejszym A a przyszłym B, ustalony na mocy praw przyrodniczych.
5. W piątym znaczeniu nie mówi się o celowości w przyrodzie, ale o „celowościowym pojmowaniu" przyrody. Punktem wyjścia w takim ujmowaniu przyrody jest osiągnięty skutek ujęty jako cel, dla którego szuka się odpowiedniej racji, pytając, co musi się zdarzyć uprzednio, jeśli ma zajść odpowiedni skutek [1].

Nic dziwnego, że w związku z tak różnorodnym pojmowaniem samego pojęcia celowości, na przestrzeni lat wykształtowały się w tej kwestii różne kierunki. Kochański wymienił tu:

a) teleologię kreacjonistyczną,
b) teleologię witalistyczną i psychowitalistyczną,
c) teleologię immanentną [2].

TELEOLOGIA KREACJONISTYCZNA

Przedstawiciele wymienionego kierunku głoszą tezę, że świat jest urządzony celowo, jako zamierzone dzieło istoty myślącej, chcącej i realizującej swą wolę dziełem skonstruowanym w pewnym celu.

---

[1] D. Sztejnbarg, *Zagadnienie indeterminizmu na terenie biologii*, „Przegląd Filozoficzny" 35 (1932), nr 314.

[2] Z. Kochański, *Problem celowości we współczesnej biologii*, Warszawa 1966, s. 37—39.

Zależnie od tego, jakiej rzeczywistości dotyczyły owe teleologiczne rozważania, tak też można sklasyfikować pomniejsze kierunki wspomnianej teleologii. Stąd więc na przestrzeni lat teleologiczną interpretacją obejmowano całą przyrodę. Tak było począwszy już od starożytności aż do czasów nowożytnych.

W nowszych czasach interpretacja najczęściej dotyczyła faktów z życia organicznego. Tu mówiło się o tzw. teleologii biocentrycznej i antropocentrycznej. Warto zaznaczyć, że i ten kierunek teleologii ma już swoich przedstawicieli w czasach odległych. Chrystian Wolff (XVII/XVIII), bowiem już stwierdza: „słońce po to istnieje, ażeby na ziemi mogły zachodzić zmiany pór roku. Ziemia ze wszystkim, co się na niej znajduje, nie jest niczym innym, jeno środkiem przez Boga po to ustanowionym, abyśmy mieli to, czego potrzebujemy" [3].

Ks. Morawski wskazuje tu na zachowanie się wody, która jak wiadomo posiada największą gęstość w temperaturze + 4°C, co z kolei umożliwia żywym organizmom przetrwanie ostrych zim [4]. Nie brakło tu również głosów zalecających powstrzymywanie się od poszukiwań przykładów celowości w naturze nieożywionej, na korzyść ożywionej. Do tych należy: Mausbach [5], Siegmund [6], Seiler [7]. Z nowszych tendencji wymienić należy wg terminologii Kochańskiego tzw. neokreacjonizm ewolucyjno-finalistyczny. Jest to innymi słowy finalistyczna interpretacja ewolucji organicznej.

Podatność gruntu na tego rodzaju kierunek zwiększyła się wraz z coraz większym przyjmowaniem się ewolucjonizmu w nauce. Kierunek ten nie kwestionuje tez nauki o ewolucji materii organicznej, ale traktuje ją jako przyczynę wtórną lub instrumentalną w genezie człowieka. Kłósak tak pisze na ten temat: „Chociaż zasadniczą osnowę obu rozdziałów Księgi Rodzaju stanowi myśl, że Bóg jest stwórcą świata obecnego roślin i zwierząt, to jednak

---

3 Cyt. za Z. Kochańskim, dz. cyt., s. 41.

4 Ks. Morawski, M. *Celowość w naturze*, Kraków 1887, s. 31; Th. Steinbeuchel, *Der Zweckgedanke in der Philosophie des Thomas von Aquino — Beiträge zum Geschichte der Philosophie des Mittelalttrs* 11, 1912. O. Spann, *Kategorienlehre*, Jena 1924.

5 G. Mausbach, *Dasein und Wesen Gottes*, Münster in W. 1929 II.

6 G. Siegmund, *Die Aufgaben einer Naubergrundung des teleologischen Gottesbeweiss*, „Teleologie und Glaube" 32 (1940), s. 317.

H. Rouvière, *Vie et finalité*, Paris 1947.

A. Wenzl, *Metaphysik der Biologie von heute*, Hamburg 1951.

G. A. Wetter, *Der dialektische Materialismus, seine Geschichte und sein System in der Sowjetunion*, Wien 1952.

7 J. Seiler, *Geneza życia*, „Znak" 70, 1960.

opisy te nie precyzują, czy Bóg bezpośrednio, przez specjalną ingerencję stwórczą w materii nieożywionej zapoczątkował życie roślin i zwierząt, czy też zapoczątkował to życie pośrednio, złożywszy w materii nieożywionej przy jej stworzeniu z niczego pewne potencjalności, z których wymienione życie mogło się powoli rozwinąć w odpowiednich warunkach" [8].

Rylska zaś stwierdza z entuzjazmem: „Czyż nie trzeba było myśli i woli Bożej, aby prowadzić życie na ziemi wiele milionów lat tak przedziwnie, żeby musiało wydać na końcu swój wspaniały owoc — człowieka mądrego — homo sapiens" [9].

Zaznaczyć należy, że wspomniany kierunek znalazł swoich zwolenników wśród biologów, antropologów i paleontologów. Wymienić tu można Naefa [10], Dacque'a [11], Beringera [12], Lecomte de Nouy [13]. Dacque uważa nawet pierwotniaki, ryby, płazy „za utajone stany rodzaju ludzkiego". Wprowadzono też nową koncepcję tzw. „telefinalizmu", wg której nie jest możliwym zrozumienie faktu ewolucji bez odwołania się do jakiejkolwiek celowości. Analogiczny pogląd reprezentuje Teilhard de Chardin, u którego ewolucja życia na Ziemi stanowi istotny etap ewolucji kosmosu.

Podkreśla on też wzrost świadomości w całokształcie życia na ziemi: „człowiek zaczyna rozumieć, że stanowi pień drzewa Życia ziemskiego. Życie bowiem nie rozwija się przypadkowo we wszystkich kierunkach. W pochodzie jego widać bezwzględne kierowanie się ku wartościom coraz wzrastającej świadomości: na głównej osi jest Człowiek najwyższym znanym nam kresem" [14].

TELEOLOGIA WITALISTYCZNA I PSYCHOWITALISTYCZNA

Powyższym terminom przyporządkowuje się szereg teorii ogólnobiologicznych w oparciu o pewne wspólne założenia.

Założenia te to:

a) świat żywy i jego zjawiska mają charakter celowy,
b) wszelkie prawa fizyki i chemii nie są i nie będą w stanie wyjaśnić ani mechanizmów, ani genezy celowości organicznej (założenia milczące),

8 Ks. K. Kłósak, *Teorie samorództwa wobec dogmatu o stworzeniu*, „Tygodnik Powszechny" 33 (282), 1950.

Ks. Zb. Fróg, *Katolik a pochodzenie człowieka*, „Tygodnik Powszechny" 2 (251), 1950.

9 T. Rylska, *W obronie teorii ewolucji*, „Tygodnik Powszechny" 2 (251), 1950.

10 A. Naef, *Idealistische Morfologie und Phylogenetik*, Jena 1919.

11 E. Dacque, *Die Urgestalt des Schöpfungsmythos neuerzält*, Leipzig 1943.

12 C. C. Beringer, *Gedanken über ein Psychologie fossiler Tiere*. „Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie" 97; 18, 1953.

13 P. Leconte de Nouy, *Die Bestimmung des Menschen*, Stuttgart 1948.

14 P. Teilhard de Chardin, *Rozwój pojęcia ewolucji*, „Znak" 68—69, 1960.

c) w zjawiskach życia niezbędna jest ingerencja jakiegoś czynnika „formalnego", zdolnego do celowego kierowania przebiegiem tych zjawisk.

Co do ostatniego założenia, należy dodać, że witalizm i psychowitalizm nie sięga w zasadzie do Intelektu Stwórczego w kształtowaniu celowości, ale odwołuje się do istnienia i działania w organizmach najrozmaitszych transcendentnych czynników, psychopodobnych, duchowych czy idealnych, które choć z natury nieświadome, zdolne są wyznaczać przebieg zjawisk życiowych tak, by celowy charakter struktur i procesów w życiu był osiągany.

Gdy idzie o przedstawicieli omawianego kierunku, spośród starożytnych na czoło wysuwa się Arystoteles. Animizm jednak Arystotelesa różni się zasadniczo od późniejszych witalistycznych teorii. „Materia" i „forma" oraz „dusza" i „ciało" są czymś odmiennym od zasad życia podawanych przez zwolenników późniejszego witalizmu. Stycznym punktem nauki Arystotelesa z kierunkiem witalistycznym i psychowitalistycznym jest odrzucenie przypadkowości na korzyść przyczyn formalnych i celowych.

W XVIII wieku formułuje się tezę, według której dusza jest główną zasadą życia działającą dla dobra całości i zapewniającą harmonijny rozwój wszystkim poszczególnym częściom organizmu. Właściwy witalizm inicjuje szkoła z Montpellier w XVIII w. W świetle tez tej szkoły, poza duszą myślącą oraz właściwościami fizyko-chemicznymi organizmu, istnieje jeszcze pierwiastek witalny kierujący rozwojem organizmu jako całości.

Różni autorzy różnie przedstawiają ów czynnik witalny. Jedni za Arystotelesem mówią o „entelechii". Inni wprowadzają pojęcie sił diafizycznych czyli tzw. dominant. Inni jeszcze mówią tu o niejasnym poczuciu istnienia, podświadomości, elementarnym instynkcie, lub też o pierwotnej aktywności analogicznej do woli, nieświadomej zdolności psychicznej, nieświadomej wiedzy, psychoidzie, czynniku duchowym. Są również różnice w przypisywaniu owego czynnika duchowego. Jedni przypisują go komórce, inni dopiero poszczególnemu indywiduum, a jeszcze inni przyjmują „duszę uniwersalną".

W witalizmie i psychowitalizmie spotkać można pewną dualistyczną koncepcję procesów życiowych. Bounoure tak na ten temat pisze: „Materialistyczny determinizm to tylko jedna strona realności życia, niczym szczególnym się nie wyróżniająca, podczas gdy to, co jest oryginalne w realności życia, to zawiera się całkowicie w finalizmie" [15].

[15] Cyt. wg. Z. Kochański, *Problem celowości we współczesnej biologii*, Warszawa 1966, s. 57.

Charakterystyczny jest również opis czynnika formalnego przez Bounoure'a: „Nie idzie tu oczywiście o świadomego ducha, o tego, który wykrywa rachunek całkowy, poddaje analizie atom i przejawia się w refleksjach o sobie samym, to o czym mowa, to nic innego, jak pochodna i wtórna forma uniwersalnego ducha, nieświadoma i ciemna, która nadaje cechy uduchowienia wszystkim tworom materialnym i pozwala mówić o subiektywności molekuł". Mimo pewnych powierzchownych różnic, autorzy reprezentujący wspomniany kierunek w zasadzie są zgodni co do istotnych założeń, które zostały przytoczone na początku niniejszej charakterystyki.

TELEOLOGIA IMMANENTNA

Mianem teleologii immanentnej określa Kochański „...takie koncepcje teoretyczne, które nie uciekają się do czynników transcendentalnych, narzucających przyrodzie pewne cele i kierujących ich realizacją, zakładają jednakże, że to przyroda sama wzięta jako całość lub też przynajmniej pewna jej część, a w szczególności materia żywa, obdarzona jest specyficzną elementarną właściwością, polegającą na zdolności do działania celowego..." [16]. Przy innym sformułowaniu tego samego założenia koncepcje te przyjmują, że w naturze występować może finalne zdeterminowanie procesów, przy którym pewien przyszły stan rzeczy może wyznaczać przebieg procesu aktualnego. W charakterystyce podanej przez Kochańskiego, wyróżnione zostały różne odmiany teleologii immanentnej w biologii [17]. Podstawę tych rozróżnień stanowi różnorodność procesów biologicznych podlegających interpretacji i forma interpretacji. Stąd mamy tam immanentno-teleologiczne interpretacje ewolucji, którym przyporządkowuje się teorie ewolucyjne, „...które proces przystosowywania się form organicznych do środowiska oraz postęp ewolucyjny ujmują jako rezultat zmian indywidualnych, od początku nacelowanych na kierunek dalszych ewolucji" [18].

Procesy zachodzące w indywiduach z reguły przywołują zmiany dziedziczne, które są pożądane z punktu widzenia przystosowawczego i zgodne z kierunkiem ewolucji.

Sposób tworzenia się celowych zmian ewolucyjnych bywa różnie ujmowany pod względem pojęciowym w różnych teoriach. Jedne więc teorie ujmują ewolucję jako realizację dążenia do postępu.

16 Z. Kochański, tamże, s. 65.
17 Tamże, s. 65nn.
18 Tamże, s. 67.

Tu zalicza się „lamarkowskie dążenie przyrody do prawidłowej gradacji", teorię doskonalenia się, przyjmującą wewnętrzne doskonalenie się organizmów — *Vervollkommungstrieb*. Włączyć tu należy tezę Beurlena o istnieniu automatycznych sił rozwojowych jako woli do własnego i swobodnego upostaciowania [19], oraz teorię Osborna — aristogenezy. O niej to autor pisze: „Aristogeneza, to stopniowe, wieki trwające nieprzerwane, bezpośrednio adaptatywne powstawanie nowych biomechanizmów. Jest to twórczy proces powstawania z plazmy genowej zupełnie nowych cech dziedzicznych. Jest to realizujące się w sposób uporządkowany tworzenie się czegoś doskonalszego lub lepiej przystosowanego (bardziej adaptatywnego) ... Predeterminowane w plazmie genowej wykształcenie nowych cech, wykazuje tendencję do doskonalenia; dokonywa się to niezależnie na znacznie oddalonych od siebie obszarach geograficznych — przy tych samych lub różnych szybkościach aristogenetycznych. Powstałe w ten sposób „aristogenetycznie" nowe cechy, wyrażone zrazu w postaci zaczątkowej, pozostają przez szereg pokoleń, a nawet przez długie tysiąclecia, by przez stopniową intensyfikację uzyskać adaptatywne znaczenie. Aristogeneza, jak mówi sam autor, zachodzi „bezpośrednio", w sposób określony kierunkowo, po linii przyszłego przystosowania" [20].

Przystosowania jako rezultat zdolności adaptacyjnej organizmów, to tytuł, pod którym Kochański umieścił nową grupę teorii ewolucyjnych [21]. Tu zostali podciągnięci zwolennicy „teorii bezpośredniego przystosowania" lub „samoprzystosowania". Przedstawiciele tego kierunku stoją na stanowisku, że nie dobór naturalny, lecz zdolność bezpośrednio przystosowawcza stanowi o celowych przystosowaniach organizmu. Bezpośrednie przystosowanie różnie się kształtuje zależnie od stopnia organizacji danej istoty żywej. Kope wprowadził tu pojęcie „batmizmu" czyli „szczególnego rodzaju energii". Określa go jako „sposób ruchu molekuł żywej protoplazmy, za pośrednictwem którego kształtują one tkankę, w określonych punktach, nie kształtując jej w innych. Zmiany batmizmu stanowią o tzw. „batmogenezie", która zawdzięcza swój byt „kinetogenezie" [22]. Dalszej jeszcze podstawy dopatruje się Kope w pewnym swoistym wysiłku, gdyż pisze, że „...przystosowawcze (adaptatywne) ruchy, gdy zachodzą po raz pierwszy, nie są nigdy automatyczne... a przesłanką wszelkiego ruchu u zwierząt, który nie

---

19 K. Beurlen, *Die stammesgeschichtlichen Grundlage der Abstammungslehre*, Jena 1937.

20 Cyt. wg. Kochański, s. 68.

21 Tamże, s. 69.

22 Por. L. S. Dawitaszwili, *Istorija ewolucjonnoj paleontologii ot Darwina do naszich dniej*, Moskwa — Leningrad 1948, s. 200.

jest automatyczny, jest zawsze i wszędzie wysiłek". Sam zaś wysiłek, jak podaje dalej, „jest stanem świadomości i stanowi odczucie oporu, który należy przezwyciężyć" [23].

Na osobną wzmiankę zasłużyła sobie szkoła Łysenki o adekwatnej i przystosowawczej zmienności organizmu. Łysenko wyznaje zależność natury organizmów od warunków życia, a kształtujące się w niej zmiany mają odpowiadać wywieranym wpływom. „Odpowiedniość" to nie tylko więź między bodźcem środowiskowym, a reakcją dziedziczną organizmu o charakterze przyczynowym, ale też pewna szczególnego rodzaju zależność nazwana przez niego „asymilacją warunków środowiska". Te czynniki powodują zmienność dziedziczną organizmów i dopasowania do zmian środowiska [24].

Inna jeszcze grupa teorii, to ta, która uznaje celowość jako elementarną właściwość życia. Precyzuje powyższy pogląd Emile Littrè: „W dziedzinie biologii nie ma powodu pytać, dlaczego substancja żywa organizuje się w formy, w których narzędzia z mniejszą lub większą wyrazistością dopasowane są do ich celu, do ich zadania. Dopasowanie się stanowi w ten sposób jedną z tych właściwości, która właściwa jest tej substancji, podobnie jak i własność odżywiania się, kurczenia się, czucia, myślenia" [25]. W koncepcji tej nie przyjmuje się dualizmu w sensie kreacjonistycznym czy witalistycznym, jakkolwiek te kierunki atrybutywną własność życia organizmom zawsze przypisywały i przypisują. Spośród innych przedstawicieli można wymienić: Bleulera [26], Rignaniego [27], Russela [28] i innych. Łysenko mówi tu nawet o pewnym prawie, wg którego: „...związki wzajemne narządów w organizmie, jak i uwarunkowanie wszystkich procesów fizjologicznych w organizmie, różnorodność związków wzajemnych osobników wewnątrz gatunków — wszystko to jest skierowane na zwiększenie masy gatunku w danych warunkach życia roślin, zwierząt i drobnoustrojów, na zaspokojenie potrzeb tych osobników, a zaspokojenie wszystkich potrzeb w równej mierze jak i każdej z nich w szczególności skierowane jest tylko na zwiększenie masy gatunku, choćby to skracało życie osobnika lub nawet prowadziło do jego naturalnej śmierci" [29].

Wspomniane prawo, oprócz stwierdzenia masowości pewnych zdarzeń, jest również domniemaniem dotyczącym mechanizmu

---

23 Cyt. wg Z. Kochański, s. 75.
24 Cyt. wg Z. Kochański, s. 75.
25 Cyt. wg Z. Kochański, s. 86.
26 E. Bleuler, *Mechanismus-Witalismus-Mnemismus*, „Abh. z. Th. org. Entw.", 6.
27 E. Rignano, *Der Zweckbegriff in der Biologie* „Biologia Generalis", 7 1931.
28 E. S. Russel, *The directiveness of Organic Activities*, Cambrige 1954.
29 Cyt. wg. Kochański, s. 86—87.

ich powstawania, mechanizmu opartego o szczególną, specyficzną dla życia „celową" kauzalność. Zdaniem Łysenki działa ono nawet wtedy, gdy zjawisko biologiczne nie ma w sobie wyraźnego piętna teleologicznego [30]. Analogiczny przejaw działalności wspomnianego prawa ma występować w zjawiskach międzyosobniczych.

Wśród tych wszystkich poglądów nie brak i takich, które celowość reakcji organizmów uważają za specyficzną cechę kauzalności. Wyraźnie o tym mówił Płatonow: „W uznaniu zmienności przystosowawczej nie ma żadnej teleologii, nie jest ono bynajmniej sprzeczne z materializmem, ponieważ przystosowawcza reakcja organizmu na zewnętrzne oddziaływanie stanowi specyficzną dla żywej przyrody formę związków przyczynowo-skutkowych" [31]. Podobnie twierdzi Kazakiewicz, iż „w rzeczywistości jednak celowość organiczna jest jedną z form przyczynowości, odróżniającą się jakościowo od przyczynowości mechanicznej, co jest związane z jakościową odrębnością prawidłowości biologicznych" [32].

Jako ostatnia w niniejszej pracy została wymieniona przez Kochańskiego koncepcja finalnej determinacji zjawisk biologicznych [33]. Jest to szczególna postać immanentnej teleologii, w której jest mowa o determinacji bez wprowadzenia czynników transcendentnych.

Już Ernest Pflüger w XIX wieku zauważa, że przyczyna wszelkiej potrzeby u istoty żywej jest jednocześnie przyczyną zadośćuczynienia tej potrzebie [34]. Powtarza to z pewnymi modyfikacjami Biegański: „...w potrzebie tkwi zarazem dążność do jej zadośćuczynienia" [35].

Wielu spośród przedstawicieli tego kierunku nie bierze pod uwagę kwestii czasowego następstwa przyczyny i skutku. Grupa metodologów przyrodoznawstwa, do których należy Łukasiewicz [36], Borowski [37] i inni, negują jakąkolwiek rolę sekwencji czasowej

---

30 Por. Kochański, s. 89.

31 G. W. Płatonow, *Dialekticzeskij materializm i woprosy genetiki*, Moskwa 1961, s. 104.

32 T. A. Kazakiewicz, *Problema determinizma i celesoobraznostii w żiwoj prirodie*, „Uczonyje Zapiski Obszczestwiennych Nauk g. Leningrada". Filozofija, s. 234—253, Leningrad 1961, s. 235.

33 Por. Kochański, tamże, s. 99.

34 Por. J. Nusbaum, *Idea ewolucji w biologii*, Warszawa 1952, s. 71.

35 W. Biegański, *Neo-teleologia*. „Sprawozdania z Posiedzeń Towarzystwa Naukowego Warszawskiego", 1910, r. 3 z. 3.

36 J. Łukasiewicz, *Analiza i konstrukcja pojęcia przyczyny*, „Przegląd Filozoficzny" 9, s. 147—150, (1905).

37 M. Borowski, *Krytyka pojęcia związku przyczynowego*, „Przegląd Filozoficzny" 11 (1907).

w związku przyczynowym. Biegański[38] i inni stoją na stanowisku równorzędności finalnej i kauzalnej metody opisu, idąc za postulatami oczyszczania kauzalizmu i finalizmu z antropomorficznych naleciałości.

PODSUMOWANIE I OCENA TELEOLOGICZNYCH TEORII POD KĄTEM BIOLOGII

Po tym ogólnym nakreśleniu zasadniczych kierunków teleologicznych i podaniu niektórych ich przedstawicieli, głównie w oparciu o systematyzację Kochańskiego, można dokonać pewnego podsumowania i oceny pojęcia celowości używanego przez wymienione kierunki.

Tak więc, gdy idzie o kierunek kreacjonistyczny posługuje się on pojęciem celowości w sensie filozoficznym. Taką celowość miał na myśli św. Tomasz, gdy pisał: „Widzimy, że pewne byty nie posiadające poznania, mianowicie twory przyrody, działają celowo; ujawnia się to w tym iż albo zawsze, albo też częściej działają w ten sam sposób, tak iż uzyskują to, co dla nich jest najlepsze, dlatego też jest rzeczą jasną, że dokonuje się to nie na mocy przypadku, lecz z zamierzenia (skierowania do celu)"[39]. Zamiar zaś nie wynika z poszczególnych tworów przyrody, ale pochodzi od Przyczyny Wyższej, która wszystko powołała do bytu i w odpowiednim kierunku zdeterminowała. Próbę określenia celu we wspomnianym sensie dał już Arystoteles, określając cel jako „to, z powodu czegoś coś się staje, i to, co ze względu na coś się dzieje"[40]. Steinbüchel charakteryzując Tomaszowe ujęcie celu, stwierdza, iż w jego doktrynie ujęcie celu wywodzi się z psychologicznej analizy ludzkiego działania. Pojęcie to z kolei zostało rozszerzone metafizycznie na wszelkie działania. Stwierdza on ponadto brak empirycznego, indukcyjnego uzasadnienia zasady celowości.

Porządek natury wyjaśniony jest tu przez tzw. appetitus naturalis. Appetitus naturalis zaś, zdaniem Steinbüchela, jest nie do przyjęcia bez uprzedniego przyjęcia Rozumu Stwórczego[41].

W tym kierunku poszło wielu autorów, głównie z obozu tomistycznego. W związku z różnymi krytycznymi głosami i ścieraniem się na tym tle różnych tendencji, niektórzy z autorów wystąpili z obroną wspomnianego kierunku teleologicznego.

---

38 W. Biegański, *Teoria poznania ze stanowiska zasady celowości*, Warszawa 1915.

39 Cyt. wg M. Krąpiec, *Realizm ludzkiego poznania*, Poznań 1959, s. 230.

40 Arystoteles, *Fizyka*, PWN 1968, s. 61.

41 Por. T. Steinbüchel. *Der Zweckgedanke in der Philosophie des Thomas von Aquino*, „Beiträge z. Gesch. Phil. d. Mitteealt." 11 (1) 1912, s. 4nn.

Przykładem może być interpretacja Tadeusza Żeleźnika, w której podkreśla on mocno specyfikę związku przyczynowania sprawczego z celowością, zaznaczając przy tym, że niewłaściwa aplikacja tego związku do różnych dziedzin sprawczości stanowi źródło wielu zarzutów. O celu mówi on jako o pewnym kresie.

„Kres ten może zaistnieć również drogą przypadku, a więc bez uprzedniego przyporządkowania". Jednak wtedy takiego działania nie można określić jako bezcelowego, gdyż jak dalej pisze „w działaniu celowym, zamierzony cel nie musi się pokrywać ze skutkiem osiąganym" [41a]. Stąd jest on zdania, że związek przyczynowania sprawczego z celowością musi być rozpatrywany bardziej wszechstronnie, a nie tylko w oparciu o obserwację rzeczywistych skutków działania.

Wypada jeszcze zaznaczyć, iż wśród nowszych kreacjonistów widać wyraźną dążność w kierunku empirycznego stwierdzenia celowości w przyrodzie, z odrzuceniem apriorycznej zasady celowości. Wyraźnie w tym kierunku zdążają: Siegmund [42], Różycki [43] i inni.

Oceniając tak pojmowaną celowość pod kątem przydatności dla biologii, należy stwierdzić, iż słuszne jest odrzucenie przez Kochańskiego prób wyjaśnienia faktów biologicznych przy pomocy hipotez niesprawdzalnych na gruncie przyrodniczym. Stąd więc omawiana celowość jako należąca do zupełnie innej płaszczyzny nie może być wciągnięta na teren biologii.

Podobnie ma się rzecz z celowością w ujęciu witalistycznym i psychowitalistycznym. Teoretycy biologii wysuwają tu wiele zarzutów. I tak Kochański pisze: „Jeden z zarzutów wysuwanych przeciw witalistycznej teleologii głosi, że centralne pojęcia tych doktryn, odnoszące się do specyficznych dla życia, celowo działających czynników (jak entelechia, dominanta, czy nieświadomy czynnik psychopodobny itp.), to terminy, których znaczenie jest mętne i nieokreślone, a brak danych obserwacyjnych, którym te terminy można by przyporządkować, pozbawia je w ogóle sensu logicznego" [44]. Na obronę zaś tezy, jakoby w nauce dopuszczalne było wprowadzanie pojęć abstrakcyjnych nie posiadających bezpośrednio odniesienia do danych eksperymentalnych, a mających sens dzięki danym doświadczalnym powiązanym z teorią naukową, Kochański odpowiada: „Tak więc sedno sprawy w tym zarzucie stawianym witalizmowi nie na tym polega, że centralne pojęcia

41a T. Żeleźnik, *O właściwą interpretację finalizmu tomistycznego*, „Rocz. Fil.", t. XII (1964), z. 1, s. 53—63.

42 G. Siegmund, *Naturordnung als Quelle der Gotteserkenntnis*, Padeborn 1941.

43 I. Różycki, *Dowód teleologiczny na istnienie Boga*, „Coll. Theol." 26 (1955), s. 415—464.

44 Z. Kochański, tamże, s. 61.

tej doktryny nie mają bezpośrednich kontaktów w doświadczeniu, lecz na tym, że twierdzenia zawierające te pojęcia są całkowicie poznawczo bezpłodne, niezdolne w ogóle do funkcjonowania w charakterze hipotez empirycznych"[45]. Po tej samej linii idzie też Carl G. Hempel, stwierdzając: „Koncepcja ta zdaje się oferować pogłębioną wiedzę o tych ważnych zjawiskach biologicznych; łatwo odnieść wrażenie, że czyni je ona bardziej zrozumiałymi, że je nam jakoś przybliża. Ale w nauce nie chodzi o tego rodzaju zrozumienie; konstrukcja pojęciowa, która czyni zjawiska bliższymi naszej intuicji, nie może z tego tylko powodu rościć sobie prawa do miana teorii naukowej. Założenia o procesach podstawowych przyjmowane w teorii naukowej, muszą być dostatecznie określone, aby dały się z nich wywieść odpowiednie implikacje dotyczące zjawisk, które teoria ta ma tłumaczyć. Doktryna neowitalistyczna nie spełnia tego warunku. Nie ukazuje ona, w jakich okolicznościach entelechia dochodzi do głosu, w szczególności zaś — w jaki sposób entelechia kieruje procesami biologicznymi; z doktryny tej nie da się wywieść np. żaden aspekt szczególny rozwoju embrionalnego; nie można też przewidzieć na jej podstawie, jakie reakcje biologiczne wystąpią w określonych warunkach eksperymentalnych. Koncepcja neowitalistyczna pozwala w istocie więc tylko na to, by po odkryciu jakiegoś nowego rodzaju ukierunkowania organicznego stwierdzić post factum: oto jeszcze jeden przejaw działania siły życiowej; nie pozwala natomiast na twierdzenie typu: jest to właśnie fakt, którego należało oczekiwać na podstawie założeń teoretycznych..."[46].

Jak więc wskazują te i inne opinie, również celowość w sensie witalistycznym i psychowitalistycznym nie znajduje zastosowania na terenie biologii.

Gdy idzie o wartość teleologii immanentnej dla biologii, wypada zgodzić się z Kochańskim, iż pomimo pewnych pozytywnych osiągnięć, jak zwrócenie uwagi na teleologiczny aspekt życia, wykrycie niektórych nieznanych dotąd procesów, jak gdyby zmierzających do realizacji pewnych celów, ma również i swoją słabą stronę, gdyż jak pisze: „Przysłowiową piętą achillesową immanentnej teleologii, tym, co stanowi, że doktryna ta, jeśli się jej uda uzyskać szersze wpływy, może stać się poważną przeszkodą w rozwoju nauki, nie jest więc naszym zdaniem — to, że głosi ona celowe nakierowanie tych czy innych procesów biologicznych. Słabością teleologii jest to, że traktuje z reguły stwierdzenie tej celowości jako wyjaśnienie ostateczne, nie podejmując żadnych dalszych prób

---

45 Z. Kochański, tamże, s. 104.

46 C. G. Hempel, *Podstawy nauk przyrodniczych*, Warszawa 1968, s. 107.

jej analizy, rezygnując, niekiedy wręcz sprzeciwiając się wszelkim usiłowaniom głębszej kaubalnej jej eksplikacji" [47].

Ostatecznie więc trzeba stwierdzić, że jakkolwiek teleologia immanentna ma swoich zwolenników, to jednak kierunek ten nie wnosi zasadniczo nic nowego do prób wyjaśnienia specyficznie celowych zjawisk biologii i raczej stanowi ona formę pewnego swoistego metodologicznego witalizmu, jeszcze bardziej mętnego niż witalizm we właściwym znaczeniu.

Po tym wszystkim, co zostało powiedziane, wypada dodać, iż nie sposób odmówić słuszności Kochańskiemu, gdy idzie o jego postulat odrzucenia wszelkich prób stosowania filozoficznego punktu widzenia celowości na terenie biologii. Takie próby z metodologicznego punktu widzenia na pewno są chybione. Z drugiej jednak strony może wydawać się nieporozumieniem przykładanie do doktryny filozoficznej, jaką jest niewątpliwie problem celowości, wyłącznie kryterium przydatności dla biologii. Te dwie różne dziedziny naukowe, niezależnie od takich czy innych wzajemnych relacji, muszą istnieć obok siebie i pod grozą nieporozumień nie mogą być ze sobą mieszane... Słusznie więc postąpił autor w dalszej części swojej pracy porzucając rozważania na płaszczyznie filozoficznej, a przenosząc je na teren metodologii.

Franciszek Kornakiewicz

WITOLD GOMBROWICZ

Umarł Gombrowicz. Chociaż wszelka próba pisania o nim niemal że pod pierwszym wrażeniem jego śmierci da wynik niepewny, fragmentaryczny, pozbawiony systemu, to śmiałości dodaje ta myśl, że systematyczność i gruntowność były przeciwne jego duchowi. Za życia z każdego, kto chciałby go po profesorsku traktować, zrobiłby pajaca i błazna (patrz Pimko w *Ferdydurke)* a i po śmierci prawdziwa jego istota wyślizgnie się temu, kto zechce ją zamknąć w ramy uczonych schematów. Jedna jest tylko obserwacja typowo belferska, której nie wypowiedzieć nie można. Jest to pisarz, który rozwijał się powoli; urodzony w 1905 — w 1938 roku wydaje *Ferdydurke*, książkę, która jest niedojrzała programowo, z której szczeniactwa autor się chełpi, ale jest to chlubienie się dla fasonu, bo z chwilą kiedy uczynić to może, w wydaniu z 1947 roku wzbogaca ją o stronnice, w których myśl wyrażona jest w sposób bardzo dojrzały. A tym bardziej dojrzała jest jego twórczość późniejsza. Bo myśl Gombrowicza jest myślą krytyczną, a uzdolnienie krytyczne rozwija się w umyśle ludzkim najpóźniej. Łatwo się

[47] Z. Kochański, tamże, s. 104.

o tym przekonać studiując historię filozofii. Krytycyzm człowieka młodego będzie zawsze niedojrzały i to częściowo tłumaczy występujący w *Ferdydurke* kompleks niedojrzałości.

Przez całą twórczość Gombrowicza przewija się jedna myśl — człowiek jako osobowość określony zostaje przez innych, sądom ich o sobie sam się poddaje i co inni w nim upatrują, to on sam potwierdza. Jeżeli chce być takim czy innym, to chce, żeby go inni za takiego czy innego mieli i ten swój obraz przyjmuje od nich jako prawdę o sobie. Styl jest wyrazem osobowości, ale jednocześnie narzędziem do jej ostatecznego ukształtowania, jest on jak wszelka mowa i nie może powstać inaczej jak dla porozumienia się z innymi. Przez tych innych więc człowiek staje się sobą. Ale w takim razie pisarz staje się pisarzem przez czytelników, najbardziej chyba przez tych, jakich mieć by chciał i o jakich marzy, ale i przez takich, jacy są i jacy będą, ta konsekwencja narzuca się sama i Gombrowicz jest jej świadomy.

Sienkiewicza nie byłoby bez zachwytu młodych chłopców marzących o czynach Kmicica i bez podlotków wzdychających za Bohunem. Gombrowicz takich uczuć wzbudzać ani nie może, ani nie chce. Książek jego w nastroju egzaltacji czy rozmarzenia czytać nie można. Najłatwiej powiedzieć, jakich czytelników mu nie potrzeba, jaka reakcja na jego pisarstwo jest na pewno fałszywa. To grzebanie się w nim, aby dogrzebać się jego kompleksów. W ten sposób działanie, jakie powinien wywrzeć, zostanie zduszone. Kompleks jest kompleksem i od jego ofiary nie oczekujemy prawdy obiektywnej. Tymczasem Gombrowicz odkrywając nam wtórność naszego istnienia chce nam dać jakąś prawdę i daje przynajmniej fragment prawdy. O prawdzie tej możemy powiedzieć, że jest podobna do prawdy świata przedmiotów, w którym widzimy nie jego istotę, to jest nie wir atomów, a to, co wtórne, to jest przedmioty. Wiedzę o tym zdobył Gombrowicz w światach, w których ruch atomów jest do zauważenia chyba najtrudniejszy, a forma, to jest kształt i kolor — najbardziej rzucające się w oczy, w arystokracji i w literackiej kawiarni.

Bohaterowie Gombrowicza zawsze odgrywają jakąś rolę, bywa, że rola, narzucona im wbrew im samym i wroga, decyduje o treści ich czynów. Pierwszą myślą, której oprzeć się trudno, jest, że mamy w Gombrowiczu zabłąkanego w nasz czas człowieka XVIII wieku. Ta Osiemnastowieczność najbardziej rzuca się w oczy w *Ślubie,* gdzie Pijak stawia Henrykowi pytanie: „jeśli Boga nie ma, to jakiż król z niego? Bo przecie jego władza od Boga ma być". Ale pytanie postawione jest we śnie, w XVIII wieku stawiane było na jawie. Różnica jest olbrzymia, bo znacznie łatwiej grozę, jaką niosą za sobą takie pytania, zataić na jawie niż we śnie. Własną podświadomość oszukać jest trudno i dlatego my bardziej świadomi jesteśmy swego tragizmu niż epoka Encyklopedii.

Ludzie XVIII w. odpowiadali, że życie jest maskaradą i przebierali się za pasterzy i pasterki. Tymczasem bohaterowie *Transatlantyku* bawią się najprzód w uroczystą, błazeńską pompę, później w obóz koncentracyjny. *Ślub* to majaczenie senne czy gorączkowe, to farsa, którą odgrywa przed bohaterem jego podświadomość. W tej farsie jego dom rodzinny zamienia się w karczmę, ojciec w karczmarza, narzeczona w dziewczynę karczemną lumpującą się z pijakami. Tu wychodzi na jaw coś bardzo obcego wiekowi XVIII, sceptycyzm wobec podstaw własnej egzystencji. Utytułowani panowie nie wierzyli już w swoją naturalną wyższość ani w prawo do zachowania przywilejów, z którymi rozstać się nie chcieli — to prawda. Ale wierzyli w swój smak artystyczny i nie wątpili wcale, że komu nie podobało się to samo co im, ten miał smak gorszy niż oni. Voltaire wytykając Calderonowi jego barbarzyństwo wydawał sąd mający ważność bezwzględną. Był on w swoich pojęciach dobrze zadomowiony — Gombrowicz jest bezdomny i na całym obszarze kultury świata nie ma takiego miejsca, na którym mógłby dom sobie postawić.

Jest jeszcze inne głębsze podobieństwo, które łączy Gombrowicza z kim innym, z tego samego co Voltaire stulecia. W Gombrowiczu wybucha raz po raz kult młodości i niechęć do osadzonej w świecie dojrzałości, której symbolem w *Ferdydurke* jest Belfer. Wiek Roussa tęsknił do natury i nie ufał cywilizacji. A przeciwstawienie z jednej strony młodości i natury, z drugiej starości i cywilizacji wyraża głęboką prawdę. Można ją też wyrazić mniej więcej tak — człowiek, naród czy ludzkość tracąc młodość traci wielką część tego, co otrzymał od natury — jeżeli nie ma iść ku zatracie, musi za to, co utracił, coś zyskać i to będzie dojrzałością czy cywilizacją. Stąd tęsknota za naturą u ludzi cywilizowanych, równie naturalna jak za młodością u ludzi starych. Przeciwnie — pogarda dla stanu natury jako braku cywilizacji jest nienaturalna. To odnosi się do uczuć, badacz, o ile nie chce ulegać subiektywizmowi, musi być tak poza jednym jak i drugim. Gombrowicz i Rousseau takimi badaczami nie są i są obaj po jednej i tej samej stronie. Ta analogia trzyma się mocno, a jednak jest to tylko analogia. Rousseau żyjąc w wykwintnym a sztucznym świecie XVIII-go wieku sądzi, i sądzi słusznie, że więcej prawdy znalazłby u Indian, w Sparcie czy w Rzymie republikańskim. Ale ta większa szczerość nie pochodziła z formy mniej sztywnej, a tylko z bardziej zgodnej z prawdą tych ludzi. Forma stylu artystycznego obejmującego wszystkie dziedziny życia była we wszystkich światach uwielbionych przez Roussa bardziej sztywna niż w nowożytnej Europie. Tymczasem Gombrowicz niczego tak bardzo się nie boi i nie nienawidzi jak stania się niewolnikiem jakiejś określonej formy. To jest w nim najgłębsze i tu chyba jest sekret jego ubóstwienia młodości. Tak jak drwi z ludzi całkowicie ugniecionych w formie — ze starych belfrów i dygnitarzy, tak młodość jest dla niego wie-

kiem, w którym człowiek i dla siebie i dla innych jest jeszcze zagadką. Starość zaś to zagadka ostatecznie rozwiązana — rozwiązana nie przez człowieka samego, a w świecie międzyludzkim. Z marzycielem wywołującym obrazy form i szukającym sposobu nadania im życia i trwałości, z pedagogiem starającym się dotrzeć nie do młodości a do dzieciństwa, nie łączy Gombrowicza nic, nic nie może go łączyć.

Gombrowicz jest introwertykiem, być może najskrajniejszym w całej polskiej literaturze, w przedmowie do *Transatlantyku* wyznaje, że nigdy nie napisał „jednego słowa o czymś innym jak tylko o sobie". Te słowa są komentarzem do całej jego filozofii i do całego dzieła jego życia. To spojrzenie na formę jako na niewolę i te daremne próby wyzwolenia się od niej, ta niemożność zdobycia się na udatną formę nawet w zalotach do pensjonarki, to wszystko, co jest treścią *Ferdydurke*, nie przyszłoby nigdy do głowy mistrzowi formy. Bo też Gombrowicz nim nie jest. Doskonały w bezpośredniej wypowiedzi, jest o wiele słabszy w formie bardziej precyzyjnej, która taką bezpośredniość wyklucza. Dlatego i w *Ferdydurke* najlepsze są fragmenty esseistyczne i tak jest u Gombrowicza zawsze. Charakterystyczne jest dla Gombrowicza, że nie jest on przyjacielem form najbardziej precyzyjnych, jak filozofia z jej rygorami i jak poezja. Tę ostatnią parodiuje w makabrycznych wierszydłach *Ślubu*, których grafomania wzmacnia nastrój nieufności widza wobec tego, co dzieje się na scenie, i nieufności śniącego bohatera wobec własnego snu. Co prawda nieufność wobec poezji wspólna jest wszystkim mitoburcom od czasu Sokratesa.

Wszystkie doznania, które tkwią u podłoża literackiego stylu Gombrowicza, możemy nazwać kompleksowymi, chociaż nazwa ta bynajmniej nie będzie ścisła — są one w każdym razie najbardziej autentyczne. Ta filozofia, najbardziej indywidualna jaka tylko może być, pozbawiona jest metody, która czyniłaby ją przyswajalną dla ludzi nie mających za sobą tych samych doznań co jej twórca. A jednak w pewnej chwili już za Oceanem nachodzi go pytanie, któremu nie umknął jeszcze żaden Polak myślący, a nie powtarzający tylko cudze słowa — jak ta jego myśl ma się do tej zbiorowej istoty, jaką jest Polska? Przed pytaniem tym bronił się on długo, jednakże ustąpić musiał — zanadto biła w oczy analogia między jednostką a narodem, przy takim myśleniu jego jeszcze bardziej wyrazista. Jak dla samego siebie, tak i dla Polski chce Gombrowicz młodości a nie zgrzybiałości. Chce więc zerwać z utrwalonym, tak jakby miał pozostać na zawsze, kształtem tradycji, obyczajów, smaków, wad i zalet narodowych. Chce, aby kształtów polskości było mnóstwo, aby żadne z pokoleń następnych nie było skrępowane w tworzeniu kształtów nowych. W przedmowie do *Transatlantyku* pisze „rozluźnić to nasze poddanie się Polsce! oderwać się choć trochę! Uzyskać — to najważniejsze — swobodę wobec formy polskiej". Pogląd ten sam nazywa herezją i wobec „prawowiernego" patriotyzmu

jest on nią na pewno. Ale tylko religie martwe nie wydają heretyków. Komentarz, za którym idąc doszłoby się nie do herezji a do odstępstwa, włożył Gombrowicz w usta jednej z najobrzydliwszych stworzonych przez siebie postaci — Gonzalowi. I sama obrzydłość Gonzala jest odpowiedzią na podszeptywaną przez niego pokusę.

Gonzalo rozmawiając z Gombrowiczem, który samego siebie uczynił bohaterem *Transatlantyku*, odwołuje się do pojęć rozmówcy, do jego niechęci wobec ślepego ulegania tradycji i do jego kultu młodości. W rzeczywistości jest tchórzem pozbawionym honoru i obowiązku, a pojęcia oderwane od żądzy zmysłowej i korzyści nie znaczą dla niego nic. Włożenie w paskudztwo części własnego „ja" nadaje tej rozmowie zakrój kuszenia przez diabła.

A więc jeżeli Gonzalo jest psychologiczną rzeczywistością, to stosunek do Polski jest problemem kluczowym. Rada więc, którą Gombrowicz Polsce daje, nie może być samą tylko rozrywką literacką.

I rzeczywiście, koncepcja Gombrowicza, choć paradoksalna, nie jest absurdem, ani urojeniem pozbawionym związku z problemami, jakie stawia historia. Bardziej ona wyrasta z dziejów Polski, niż mógł to myśleć sam Gombrowicz, który też, jak się zdaje, bardziej z nich wyrastał, niż je znał.

Polska, tak jak każdy naród, przechodziła przez długie okresy, kiedy jej kształt nie wydawał się zdeterminowany, kiedy, jak za Reformacji, rysowały się przed nią różne drogi. Polska mogła stać się katolicką lub protestancką, a co może jeszcze ważniejsze, wyznaniowo jednolita lub różnorodna. Jedna ze stron zwyciężyła całkowicie i zaraz potem przyszła dekadencja. Narzuca się analogia z Indiami, które były wielkie, gdy były terenem rywalizacji bramanizmu z buddyzmem, a po zwycięstwie bramańskiej ortodoksji popadły w martwotę podobną saskiej. Można też dać drugi przykład — tym razem z dziejów Polski, zresztą, podobnie jak i Reformacja u nas, będący fragmentem dziejów Europy — to rozwój i upadek pozytywizmu. Ile w nim było możliwości i jak mało materiału na jakąkolwiek ortodoksję. Wystarczy wziąć ludzi Ligi Narodowej. Jak żywa w nich była myśl i jak ta myśl zamierała w ich następcach, gdy stworzyli swoją ortodoksję i stali się czymś w rodzaju Kontrreformacji.

Jeżeli więc Kontrreformacja i Czasy Saskie grożą ciągle, to i myśl Gombrowicza ma wartość trwałą. Wprawdzie odpowiedzieć można — jeżeli ludzie zgadzają się łatwo na zastyganie w kształcie, to dlatego, że straszniejszy jest bezkształt. Niedobrze byłoby, gdyby w jakimkolwiek czasie jednego z tych dwóch głosów miało zabraknąć.

Na tym kończę te rozważania. Ale jeszcze jedno — czy to jedyny możliwy komentarz do Gombrowicza? Oczywiście, że nie. Gombrowicz idzie dalej, niż ja mogę za nim podążyć, ale tak jest zawsze, gdyż zawsze autor i komentator spotykają się ze sobą tylko na kawałek drogi. A potem muszą się rozłączyć i każdy idzie swoją stroną.

Zenon Szpotański

SOMMAIRE

CHRONIQUE

CZĘŚĆ II: KOŚCIÓŁ A NAUKA I SZTUKA

CZĘŚĆ III: KOŚCIÓŁ W RAMACH SPOŁECZEŃSTWA

TREŚĆ ZESZYTU

ZDARZENIA — KSIĄŻKI — LUDZIE

Cena zł 15.—

W POPRZEDNICH NUMERACH „ZNAKU":

ZNAK

MIESIĘCZNIK